

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(11)Publication number : 2002-170116

(43)Date of publication of application : 14.06.2002

(51)Int.Cl.

G06T 7/00

(21)Application number : 2001-352332

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 16.11.2001

(72)Inventor : MESSING DEAN  
VAN BEEK PETRUS J L  
ERRICO JAMES

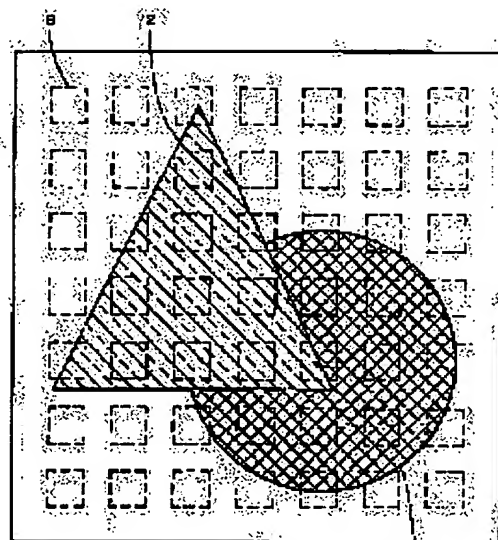
(30)Priority

Priority number : 2000 250806 Priority date : 01.12.2000 Priority country : US  
2000 729470 04.12.2000 US**(54) METHOD FOR DESCRIBING IMAGE**

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an image describing method including embedding sufficient space information into a descriptor to readily identify the descriptor according to its contents.

**SOLUTION:** A space component including a plurality of images is specified and a plurality of test areas 6 corresponding to the space component are described on an image; a plurality of colors are quantized for each test area. The step of quantizing the plurality of colors in each test area is performed irrespective of the numbers of quantized colors in the individual test areas. Thus, the image describing method is provided which includes embedding sufficient space information into the descriptor to readily identify the descriptor according to its contents.

**LEGAL STATUS****Best Available Copy**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-170116

(P2002-170116A)

(43) 公開日 平成14年6月14日 (2002. 6. 14)

(51) IntCl<sup>7</sup>

G 0 6 T 7/00

識別記号

1 0 0

F I

G 0 6 T 7/00

サーチワード(参考)

1 0 0 D 5 L 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数50 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2001-352332(P2001-352332)

(22) 出願日 平成13年11月16日 (2001. 11. 16)

(31) 優先権主張番号 6 0 / 2 5 0 8 0 6

(32) 優先日 平成12年12月1日 (2000. 12. 1)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(31) 優先権主張番号 0 9 / 7 2 9 4 7 0

(32) 優先日 平成12年12月4日 (2000. 12. 4)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 ディーン メッシング

アメリカ合衆国, 98607 ワシントン州,

カマス, 27424 エスイー 15番 ストリート

(72) 発明者 ペトラス ジェイ. エル ヴァン ビーク

アメリカ合衆国, 98684 ワシントン州,

バンクーバー, 12800 エヌイー 4番  
ストリート アパートメント 113

(74) 代理人 100079843

弁理士 高野 明近 (外1名)

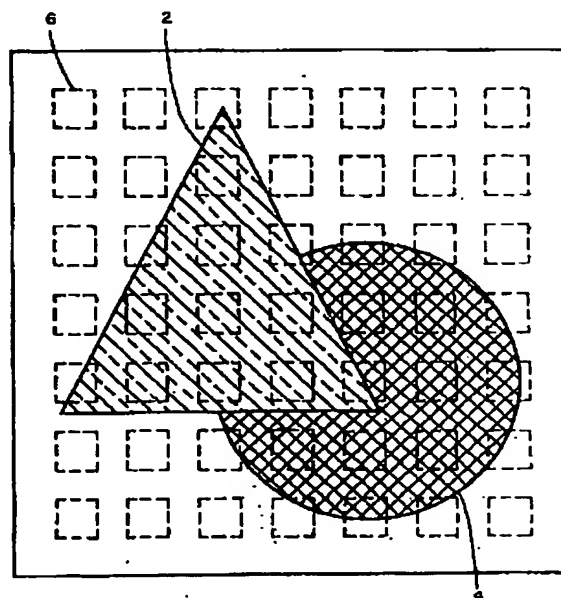
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像を記述する方法

(57) 【要約】

【課題】 記述子に十分な空間情報を埋め込み、そのコンテンツに基づいて記述子を容易に識別できる画像記述方法を提供する。

【解決手段】 複数の画像を含む空間構成要素を規定し、空間構成要素に対応する複数のテスト領域6を画像上に描写し、そのテスト領域毎に複数の色を量子化する。このときに、テスト領域毎の複数色の量子化ステップは、個別のテスト領域毎の量子化色の各色数とは無関係に実行する。これにより、記述子に十分な空間情報を埋め込み、そのコンテンツに基づいて記述子を容易に識別できる画像記述方法を提供することができる。



(2)

特開2002-170116

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像を記述する方法において、

a) 複数の画素を含む空間構成要素を規定するステップと、

b) 前記空間構成要素に対応する複数のテスト領域を前記画像上に描写するステップと、

c) 前記テスト領域毎に複数の色を量子化するステップとを含んで成り、前記テスト領域毎の前記複数色の量子化ステップは、個別の前記テスト領域毎の前記量子化色毎の各色数とは無関係であることを特徴とする画像を記述する方法。

【請求項2】 前記テスト領域毎の前記複数色の前記量子化ステップは、同一量子化色を持つ前記各テスト領域内の画素数と無関係であることを特徴とする請求項1に\*

\* 記載の画像を記述する方法。

【請求項3】 前記量子化ステップは、複数の量子化色範囲に従って前記複数色の色を量子化し、前記各量子化色範囲が前記画像の色空間の複数色を含んでいることを特徴とする請求項1に記載の画像を記述する方法。

【請求項4】 前記画像の前記色空間を複数の量子化色範囲に量子化し、前記テスト領域毎の前記複数色を前記量子化色範囲に従って量子化することを特徴とする請求項1に記載の画像を記述する方法。

【請求項5】 前記テスト領域毎の前記複数色の量子化ステップは、1次元ヒストグラムを提供することを特徴とする請求項4に記載の画像を記述する方法。

【請求項6】 前記画像を記述する方法は、

【表1】

```

<complexType name="ColorStructureType">
  <complexContent>
    <extension base="VisualIDType">
      <sequence minOccurs="1" maxOccurs="1">
        <element name="Values" minOccurs="1" maxOccurs="1">
          <simpleType>
            <list itemType="unsigned8">
              <minLength value="32"/>
              <maxLength value="256"/>
            </list>
          </simpleType>
        </element>
      </sequence>
      <attribute name="colorQuant" type="mpeg7:unsigned3"
        use="required"/>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>

```

により記述されることを特徴とする請求項1に記載の画像を記述する方法。

【請求項7】 前記空間構成要素の前記サイズは、前記画像のサイズに従って選択されることを特徴とする請求項1に記載の画像を記述する方法。

【請求項8】 画像を記述する方法において、

a) 複数の画素を含む空間構成要素を規定するステップと、

b) 前記空間構成要素に対応する複数のテスト領域を前記画像上に描写するステップと、

c) 前記テスト領域毎に複数の色を量子化するステップとを含んで成り、前記テスト領域毎の前記複数色の量子化ステップはコヒーレントな色の空間範囲への強調を弱めて、色の空間的にインコヒーレントな範囲へ効果を強調することを特徴とする画像を記述する方法。

【請求項9】 前記複数色の前記量子化ステップは、前記個別テスト領域毎の前記量子化された各色数と無関係であることを特徴とする請求項8に記載の画像を記述する方法。

50 【請求項10】 前記テスト領域毎の前記複数色の前記

3

量子化ステップは、同一量子化色を持つ前記各テスト領域内の画素数と無関係であることを特徴とする請求項8に記載の画像を記述する方法。

【請求項 11】 前記量子化ステップは、複数の量子化色範囲に従って前記複数の色を量子化し、前記各量子化色範囲が前記画像の色空間の複数の色を含んでいることを特徴とする請求項 8 に記載の画像を記述する方法。

【請求項 12】 前記画像の前記色空間を複数の量子化色範囲に量子化し、前記テスト領域毎の前記複数の色を前記量子化色範囲に従って量子化することを特徴とする請求項 7 に記載の画像を記述する方法。

【請求項13】 前記テスト領域毎の前記複数色の量子化ステップは、1次元ヒストグラムを提供することを特徴とする請求項12に記載の画像を記述する方法。

【請求項14】 前記空間構成要素の前記サイズは、前記画像のサイズに従って選択されることを特徴とする請求項8に記載の画像を記述する方法。

【請求項15】 画像を記述する方法において、

a) 画像のサイズに従ってサイズを選択する複数の画素を含む空間構成要素を規定するステップと、

b) 前記空間構成要素に対応する前記画像上に複数のテスト領域を描写するステップと、

c) 前記テスト領域毎に複数の色を量子化するステップとを含んで成ることを特徴とする画像を記述する方法。

【請求項 16】 前記空間構成要素は、前記画像が第 1 画像サイズである時に第 1 要素サイズであり、前記空間構成要素は、前記画像が第 2 画像サイズである時に第 2 要素サイズであり、前記第 1 要素サイズは前記第 2 要素サイズより小さく、前記第 1 画像サイズは前記第 2 画像サイズより小さいことを特徴とする請求項 15 に記載の画像を記述する方法。

【請求項 17】 前記テスト領域毎の前記複数色の前記量子化ステップは、前記個別テスト領域毎の前記量子化の各色数と無関係であることを特徴とする請求項 18 に記載の画像を記述する方法。

【請求項 18】 前記テスト領域毎の前記複数色の前記量子化ステップは、同一量子化色を持つ前記各テスト領域内の画素数と無関係であることを特徴とする請求項 15 に記載の画像を記述する方法。

【請求項 19】 前記量子化ステップは複数の量子化色範囲に適宜に前記複数の色を量子化し、前記各量子化色範囲が前記画像の色空間の複数の色を含んでいることを特徴とする請求項 15 に記載の画像を記述する方法。

【請求項 20】 前記画像の前記色空間を複数の量子化色範囲に量子化し、前記テスト領域毎の前記複数色を前記量子化色範囲に従って量子化することを特徴とする請求項 15 に記載の画像を記述する方法。

【請求項21】 前記テスト領域毎の前記複数色の量子化ステップは1次元ヒストグラムを提供することの特徴とする請求項15に記載の画像を記述する方法。

(3)

特開2002-170116

4

【請求項 22】 前記テスト領域毎の前記複数色の量子化ステップはコヒーレントな色の空間範囲への強調を弱めて、色の空間的にインコヒーレントな範囲への効果を強調することを特徴とする請求項 15 に記載の画像を記述する方法。

【請求項23】 前記空間構成要素が $8 \times 8$ であることを特徴とする請求項15に記載の画像を記述する方法。

【請求項 24】 前記  $8 \times 8$  空間構成要素が 64 サンプルを含むことを特徴とする請求項 23 に記載の画像を記述する方法。

**【請求項 25】** 前記空間構成要素を予定サイズに保持し、前記画像をサブサンプリングして前記空間構成要素に対応する前記テスト領域を決定することを特徴とする請求項 15 に記載の画像を記述する方法。

【請求項 26】 前記サブサンプリングを絶対的に実行することを特徴とする請求項 25 に記載の画像を記述する方法。

【請求項27】  $p = \max[0, \text{round}(0.5 \cdot \log_2(\text{width} \cdot \text{height}) - 8)]$  の式において、 $\text{width}$  は画像の幅であり、 $\text{height}$  は画像の高さであり、 $K$  は前記画像に適用されるサブサンプリング係数であって  $K = 2^p$  であり、 $E$  は前記空間構成要素の空間範囲であって  $E = 8 \times K$  であることを特徴とする請求項15に記載の画像を記述する方法。

【請求項 28】 第 1 画像を第 2 画像と比較する方法であって、(a) 複数の画素を含む第 1 空間構成要素を規定するステップと、(b) 前記第 1 空間構成要素に対応する複数の第 1 テスト領域を前記画像上に描写するステップと、(c) 前記第 1 テスト領域毎に第 1 の複数の色を量子化するステップと、(d) ステップ(c)の前記量子化を異なるレベルに再量子化するステップと、

(e) 複数の画素を含む第2空間構成要素を規定するステップと、(f) 前記第2空間構成要素に対応する複数の第2テスト領域を前記画像上に描写するステップと、

(g) 前記第2テスト領域毎の第2の複数の色を量子化するステップと、(h) ステップ(g)の前記量子化を異なる量子化レベルに再量子化するステップと、(i) ステップ(d)の前記再量子化をステップ(h)の再量子化と比較するステップとを含んで成ることを特徴とする第1画像を第2画像と比較する方法。

【請求項２９】 前記第１の複数色の前記量子化ステップは、第１のビン数を持つ第１記述子を生じ、前記第２の複数色の前記量子化ステップは、第２のビン数を持つ第２記述子を生じ、このことを特徴とする請求項２８に記載の第１画像を第２画像と比較する方法。

【請求項30】 前記第1ピン数と前記第2ピン数が等しいことを特徴とする請求項29に記載の第1画像を第2画像と比較する方法。

【請求項31】 前記第1ピン数と前記異なる量子化レベルのピン数が等しいことを特徴とする請求項29に記載

- 3 -

(4)

特開2002-170116

5

載の第1画像を第2画像と比較する方法。

【請求項32】 前記第2ピン数と前記異なる量子化レベルのピン数が等しいことを特徴とする請求項29に記載の第1画像を第2画像と比較する方法。

【請求項33】 前記再量子化ステップは、適切な細分化を含むことを特徴とする請求項28に記載の第1画像を第2画像と比較する方法。

【請求項34】 画像を記述する方法であって、(a)複数の画素を含む空間構成要素を規定するステップと、(b)前記空間構成要素に対応する複数のテスト領域を前記画像上に描写するステップと、(c)前記テスト領域毎に複数の色を量子化するステップと、(d)ステップ(c)の前記量子化の結果値を非一様に量子化するステップと、(e)前記非一様量子化値を符号値に変換するステップを含んで成ることを特徴とする画像記述方法。

【請求項35】 前記符号値は6つの範囲に分割された近似的にはば0.0から1.0までの範囲を有し、第1範囲は近似的にはば0と0.037の間であり、第2範囲は近似的にはば0.037と0.080の間であり、第3範囲は近似的にはば0.080と0.195の間であり、第4範囲は近似的にはば0.195と0.320の間であり、第5範囲は近似的にはば0.320と1.0の間であることを特徴とする請求項34に記載の第1画像を第2画像と比較する方法。

【請求項36】 前記第1範囲を1個の範囲に分割することを特徴とする請求項35に記載の第1画像を第2画像と比較する方法。

【請求項37】 前記第2範囲を25個のほぼ等しい範囲に分割することを特徴とする請求項35に記載の第1画像を第2画像と比較する方法。

【請求項38】 前記第3範囲を20個のほぼ等しい範囲に分割することを特徴とする請求項35に記載の第1画像を第2画像と比較する方法。

【請求項39】 前記第4範囲を35個のほぼ等しい範囲に分割することを特徴とする請求項35に記載の第1画像を第2画像と比較する方法。

【請求項40】 前記第5範囲を35個のほぼ等しい範囲に分割することを特徴とする請求項35に記載の第1画像を第2画像と比較する方法。

【請求項41】 前記第6範囲を140個のほぼ等しい範囲に分割することを特徴とする請求項35に記載の第1画像を第2画像と比較する方法。

【請求項42】 前記第1範囲を1個の範囲に分割し、前記第2範囲を25個のほぼ等しい範囲に分割し、前記第3範囲を20個のほぼ等しい範囲に分割し、前記第4範囲を35個のほぼ等しい範囲に分割し、前記第5範囲を35個のほぼ等しい範囲に分割し、前記第6範囲を140個のほぼ等しい範囲に分割することを特徴とする請求項35に記載の第1画像を第2画像と比較する方法。

10

20

30

40

50

6

【請求項43】 画像を記述する方法であって、(a)複数の画素を含む空間構成要素を規定するステップと、

(b)前記空間構成要素に対応する複数のテスト領域を前記画像上に描写するステップと、(c)前記テスト領域毎に複数の色を量子化するステップと、(d)ステップ(c)の前記量子化を異なる量子化レベルに選択的に再量子化するステップと、(e)ステップ(d)の前記量子化の結果値を非一様に量子化するステップと、

(f)前期非一様量子化値を符号値に変換するステップを含んで成ることを特徴とする画像記述方法。

【請求項44】 前記選択的再量子化が選択されない場合に前記ステップ(c)の前記量子化の結果値を非一様に量子化するステップをさらに含むことを特徴とする請求項43に記載の画像記述方法。

【請求項45】 前記テスト領域毎の前記複数の色の前記量子化ステップの結果生じる値が、該値と関係する量子化色を含む前記空間構成要素の数に直線的に関係することを特徴とする請求項43に記載の画像記述方法。

【請求項46】 前記非一様量子化に先立ち、前記結果値をクリッピングするステップをさらに含んで成ることを特徴とする請求項44に記載の画像記述方法。

【請求項47】 前記符号値を前記結果値を表わす変換値に変換するステップをさらに含んで成ることを特徴とする請求項46に記載の画像記述方法。

【請求項48】 前記変換値を異なる量子化レベルに再量子化するステップをさらに含んで成ることを特徴とする請求項47に記載の画像記述方法。

【請求項49】 前記変換値の前記再量子化を非一様に量子化するステップをさらに含んで成ることを特徴とする請求項48に記載の画像記述方法。

【請求項50】 前記変換値の前記非一様量子化値を符号値に変換するステップをさらに含んで成ることを特徴とする請求項48に記載の画像記述方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像の色のコンテンツに基づいて画像を記述する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】画像の記述は、画像に予め選択された測度を適用した結果に基づきその画像を識別記述するプロセスである。画像の記述は、画像の記述が画像のインデクシングと検索に有効であるデジタル画像ライブラリのような多数の用途に有効に用いられる。画像の記述が実用的で有効であるためには、画像にその測度を適用した結果が、(1)異なる画像を十分に識別でき、(2)或る特定の種類の画像交換に対し不変であり、(3)ノイズに不感で、(4)計算が容易で、(5)コンパクト、でなければならない。画像を記述する種々の方法が、識別属性を示す画像記述子と共に使用されまた提案されている。

(5)

特開2002-170116

7

【0003】Swain他による論文「色インデクシング(COLOR INDEXING)」は、色ヒストグラムを用い画像を記述することを記述している。画像の色ヒストグラムは、画素すなわちピクセルの頻度分布をピクセルの色の関数として計算することにより得る。色ヒストグラムは、視軸を中心とした画像の回転または平行移動に対し不変である。色ヒストグラムは、異なる特徴を有する画像の場合、著しい差異を示すことができる。しかしながら、画像中の特徴に関する全ての空間情報は、色ヒストグラムの作成時に破棄される。従って、2枚の画像が各色同数の画素を有する場合、これらの画像を色ヒストグラムで識別することは不可能である。これは、2枚の画像が全く異なるサイズと形状を特徴としていたとしても同じである。

【0004】図29は、異なるスケールの特徴を有する2枚の画像を示す図である。例えば、図29(A)と図29(B)の2枚の画像は、2種の同色(同じ線影を付けた)の幾何学的な特徴を有し、各特徴図形の総面積は同じで、画素数も同一である。これら2枚の画像は、各々の特徴はサイズと数が明らかに異なっているのに色ヒストグラムでは識別できない。一方、これらの画像は、人間の目で容易に識別できる。

【0005】色ヒストグラムの種々の実施性能を改善するために幾つかの方法が提案されている。Stricker他は、論文「カラー画像の類似性(SIMILARITY OF COLOR)」において、色モーメントの使用を提案している。色モーメントは、ピクセルの色の母集団分布の形状と位置に関する統計的な測度である。特に、色モーメントは、平均、標準偏差及び歪度を含んでいる。色ヒストグラムに含まれている情報を色モーメントで表現すると、非常にコンパクトな画像記述子が得られる。Funt他は、その論文「色定数色インデクシング(COLOR CONSTANT COLOR INDEXING)」において、画像の隣接領域からの三原色である赤緑青(RGB)のピクセルの割合を用いて強度変化の効果を低減させることを提案している。Rubner他は論文「カラー画像の1空間のナビゲーション(NAVIGATING THROUGH A SPACE OF COLOR IMAGES)」において、RGB色空間における類似色のクラスタのプロットである色シグニチャを用いることを提案している。色シグニチャを用いると、1画像を記述するのに必要なデータ量を色ヒストグラムに要するデータ量と比較して減少させることができる。これらの方法は、色ヒストグラムより、画像記述子の実施性能を幾つかの面において改善する。しかしながら、色ヒストグラムと同様、空間情報が全然保存されない。

【0006】色ヒストグラムの構成時に破棄される幾つかの空間情報を保存することを試みた幾つかのプロセスが提案されている。Pass他は、論文「コンテンツベースによる画像検索用ヒストグラムの更新(HISTOGRAM REFINEMENT FOR CONTENT BASED IMAGE RETRIEVAL)」に

8

おいて、色ヒストグラムを色コヒーレンスベクトルで更新することを提案している。このプロセスにおいて、画素の色のコヒーレンスは、隣接領域中の他の画素のコヒーレンスに関連して決定される。これは、各色の画素数が同数で、従って2枚の画像の色ヒストグラムが同一であっても、画像中の特徴の差異により、色のコヒーレンスである各色の画素数が変化することを意味する。色コヒーレンスベクトルは、若干の空間情報を記述子に埋め込む。残念ながら、これには、従来のヒストグラムと比較し2倍の付加的な記憶容量を要する。

【0007】Rickman他は、論文「色要素ヒストグラムを用いたコンテンツベースによる画像検索(CONTENT-BASED IMAGE RETRIEVAL USING COLOUR TUPLE HISTOGRAMS)」において、無作為に位置決めした三角形要素の各頂点における色相ヒストグラムを構成することによる画像の特徴付けを提案している。三角形要素の各頂点は離れているので、若干の空間情報は保留される。残念ながら、色要素データから画像の優勢色を決定することは困難である。さらに、保持された空間情報は、通常の解釈が困難であり、従って、画像データベースのインデクシングにこの情報を用いることは困難である。

【0008】画像の記述のための「色コレログラム(Color correlograms)」が、Huang他による論文「色コレログラムを用いた画像インデクシング(IMAGE INDEXING USING COLOR CORRELOGRAMS)」に提案されている。色コレログラムは、特定色のピクセルが、画像中の特定色のピクセルから特定の半径距離にある確率を量子化する。色コレログラムは、画像上の1点からの異なるスケール又は距離における色コヒーレンスを測定する技法を提供する。しかしながら、コレログラムから画像の優勢色を決定することは困難であり、通常の人間のセンスでのコレログラムの解釈も困難である。

【0009】Smith他は、論文「視覚的探索コンテンツベースによる視覚クエリシステムを用いた色領域によるクエリ(QUERYING BY COLOR REGIONS USING THE VISUAL SEEK CONTENT-BASED VISUAL QUERY SYSTEM)」において、色の領域を用いる画像の特徴付け方法を提案している。色データを変換し、画像の色を量子化し、次にフィルタで処理し優勢色領域を強調する。「色セット」値を抽出し、しきい値レベルを越える色セット値を保持することによりヒストグラムを近似させる。この画像の特徴付け方法は画像の分割を必要とし、プロセスが難しく、計算量が多である。領域表現はリジッドであり、画像の回転又は平行移動により変化する。

【0010】「プロブワールド」は、Carson他による論文「領域ベースによる画像クエリ(REGION-BASED IMAGE QUERYING)」中で提案した画像の表現方法である。この方法において、画像は、「プロブ」と呼ばれる色とテクスチャの1セットの局所的コヒーレント領域に分割される。画像の「プロブワールド」表現は、分割さ

9

れた色プロブの位置、サイズ及び色を記録した結果である。この方法は、画像に関するかなりの空間情報を提供するが、しかし、画像の“プロブワールド”表現はリジッドであり、画像の回転又は平行移動により変化する。さらに、画像の分割プロセスは容易でなく、かなりの計算機資源を要する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、色及び局部空間情報を用いる画像記述方法、すなわち、複数の画像を含む空間構成要素を規定して、その空間構成要素に対応する複数のテスト領域を画像上に描写し、テスト領域毎に量子化色の色数とは無関係に複数の色を量子化するようにした色及び局部空間情報を用いる画像記述方法であって、記述子に十分な空間情報を埋め込み、そのコンテンツに基づいて画像を記述してその画像を容易に識別できるようにする画像記述方法を提供することを目的とするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】第1の技術手段は、画像を記述する方法において、

- a) 複数の画素を含む空間構成要素を規定するステップと、
- b) 前記空間構成要素に対応する複数のテスト領域を前記画像上に描写するステップと、
- c) 前記テスト領域毎に複数の色を量子化するステップ

(6)

特開2002-170116

10

とを含んで成り、前記テスト領域毎の前記複数色の量子化ステップは、個別の前記テスト領域毎の前記量子化色毎の各色数とは無関係であることを特徴としたものである。

【0013】第2の技術手段は、第1の技術手段において、前記テスト領域毎の前記複数色の前記量子化ステップは、同一量子化色を持つ前記各テスト領域内の画素数と無関係であることを特徴としたものである。

【0014】第3の技術手段は、第1の技術手段において、前記量子化ステップは、複数の量子化色範囲に従って前記複数の色を量子化し、前記各量子化色範囲が前記画像の色空間の複数色を含んでいることを特徴としたものである。

【0015】第4の技術手段は、第1の技術手段において、前記画像の前記色空間を複数の量子化色範囲に量子化し、前記テスト領域毎の前記複数色を前記量子化色範囲に従って量子化することを特徴としたものである。

【0016】第5の技術手段は、第4の技術手段において、前記テスト領域毎の前記複数色の量子化ステップは、1次元ヒストグラムを提供することを特徴としたものである。

【0017】第6の技術手段は、第1の技術手段において、前記画像を記述する方法は、

【0018】

【表2】

(7)

特開2002-170116

11

12

```

<complexType name="ColorStructureType">
  <complexContent>
    <extension base="VisualDType">
      <sequence minOccurs="1" maxOccurs="1">
        <element name="Values" minOccurs="1" maxOccurs="1">
          <simpleType>
            <list itemType="unsigned8">
              <minLength value="3/32"/>
              <maxLength value="256"/>
            </list>
          </simpleType>
        </element>
      </sequence>
      <attribute name="colorQuant" type="mpeg7:unsigned3"
        use="required"/>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>

```

【0019】により記述されることを特徴としたものである。

【0020】第7の技術手段は、第1の技術手段において、前記空間構成要素の前記サイズは、前記画像のサイズに  
30 従って選択されることを特徴としたものである。

【0021】第8の技術手段は、画像を記述する方法において、

a) 複数の画素を含む空間構成要素を規定するステップと、

b) 前記空間構成要素に対応する複数のテスト領域を前記画像上に描写するステップと、

c) 前記テスト領域毎に複数の色を量子化するステップとを含んで成り、前記テスト領域毎の前記複数色の量子化ステップはコヒーレントな色の空間範囲への強調を弱  
40 めて、色の空間的にインコヒーレントな範囲へ効果を強調することを特徴としたものである。

【0022】第9の技術手段は、第8の技術手段において、前記複数色の前記量子化ステップは、前記個別テスト領域毎の前記量子化された各色数と無関係であることを特徴としたものである。

【0023】第10の技術手段は、第8の技術手段において、前記テスト領域毎の前記複数色の前記量子化ステップは、同一量子化色を持つ前記各テスト領域内の画素数と無関係であることを特徴としたものである。  
50

【0024】第11の技術手段は、第8の技術手段において、前記量子化ステップは、複数の量子化色範囲に従って前記複数色を量子化し、前記各量子化色範囲が前記画像の色空間の複数色を含んでいることを特徴としたものである。

【0025】第12の技術手段は、第7の技術手段において、前記画像の前記色空間を複数の量子化色範囲に量子化し、前記テスト領域毎の前記複数色を前記量子化色範囲に従って量子化することを特徴としたものである。

【0028】第13の技術手段は、第12の技術手段において、前記テスト領域毎の前記複数色の量子化ステップは、1次元ヒストグラムを提供することを特徴としたものである。

【0027】第14の技術手段は、第8の技術手段において、前記空間構成要素の前記サイズは、前記画像のサイズに  
40 従って選択されることを特徴としたものである。

【0028】第15の技術手段は、画像を記述する方法において、

a) 画像のサイズに従ってサイズを選択する複数の画素を含む空間構成要素を規定するステップと、

b) 前記空間構成要素に対応する前記画像上に複数のテスト領域を描写するステップと、

c) 前記テスト領域毎に複数の色を量子化するステップとを含んで成ることを特徴としたものである。





15

的に0とはほぼゼロの間であり、第2範囲は近似的にほぼゼロと0.037の間であり、第3範囲は近似的に0.037と0.080の間であり、第4範囲は近似的に0.080と0.195の間であり、第5範囲は近似的に0.195と0.320の間であり、第6範囲は近似的に0.320と1.0の間であることを特徴としたものである。

【0049】第36の技術手段は、第35の技術手段において、前記第1範囲を1個の範囲に分割することを特徴としたものである。

【0050】第37の技術手段は、第35の技術手段において、前記第2範囲を25個のほぼ等しい範囲に分割することを特徴としたものである。

【0051】第38の技術手段は、第35の技術手段において、前記第3範囲を20個のほぼ等しい範囲に分割することを特徴としたものである。

【0052】第39の技術手段は、第35の技術手段において、前記第4範囲を35個のほぼ等しい範囲に分割することを特徴としたものである。

【0053】第40の技術手段は、第35の技術手段において、前記第5範囲を35個のほぼ等しい範囲に分割することを特徴としたものである。

【0054】第41の技術手段は、第35の技術手段において、前記第6範囲を140個のほぼ等しい範囲に分割することを特徴としたものである。

【0055】第42の技術手段は、第35の技術手段において、前記第1範囲を1個の範囲に分割し、前記第2範囲を25個のほぼ等しい範囲に分割し、前記第3範囲を20個のほぼ等しい範囲に分割し、前記第4範囲を35個のほぼ等しい範囲に分割し、前記第5範囲を35個のほぼ等しい範囲に分割し、前記第6範囲を140個のほぼ等しい範囲に分割することを特徴としたものである。

【0056】第43の技術手段は、画像を記述する方法であって、(a)複数の画素を含む空間構成要素を規定するステップと、(b)前記空間構成要素に対応する複数のテスト領域を前記画像上に描写するステップと、

(c)前記テスト領域毎に複数の色を量子化するステップと、(d)ステップ(c)の前記量子化を異なる量子化レベルに選択的に再量子化するステップと、(e)ステップ(d)の前記量子化の結果値を非一様に量子化するステップと、(f)前期非一様量子化値を符号値に変換するステップを含んで成ることを特徴としたものである。

【0057】第44の技術手段は、第43の技術手段において、前記選択的再量子化が選択されない場合に前記ステップ(c)の前記量子化の結果値を非一様に量子化するステップをさらに含むことを特徴としたものである。

【0058】第45の技術手段は、第43の技術手段において、前記テスト領域毎の前記複数の色の前記量子化ス

(9)

特開2002-170116

16

テップの結果生じる値が、該値と関係する量子化色を含む前記空間構成要素の数に直線的に関係することを特徴としたものである。

【0059】第46の技術手段は、第44の技術手段において、前記非一様量子化に先立ち、前記結果値をクリッピングするステップをさらに含んで成ることを特徴としたものである。

【0060】第47の技術手段は、第46の技術手段において、前記符号値を前記結果値を表わす変換値に変換するステップをさらに含んで成ることを特徴としたものである。

【0061】第48の技術手段は、第47の技術手段において、前記変換値を異なる量子化レベルに再量子化するステップをさらに含んで成ることを特徴としたものである。

【0062】第49の技術手段は、第48の技術手段において、前記変換値の前記再量子化を非一様に量子化するステップをさらに含んで成ることを特徴としたものである。

【0063】第50の技術手段は、第48の技術手段において、前記変換値の前記非一様量子化値を符号値に変換するステップをさらに含んで成ることを特徴としたものである。

【0064】

【発明の実施の形態】画像記述の現存するシステムにおいては、色又はテクスチャを予め規定したサイズと形状の複数の領域毎に量子化する。これらの領域は予め定められた計画に従って画像上に配置するのが好ましい。画像のこれらの領域の色又はテクスチャのデータ或いは本方法を用いて得た関連統計データは、画像を記述し画像を識別する上で有効である。得られたデータは、画像の記述子として参照される。

【0065】図1は、テスト領域を描いた異なる色又はテクスチャの特徴を含む画像を示す図で第1色の三角形特徴2と第2色の円形特徴4を持つ画像に基づく（一般ヒストグラム記述子特徴）を用いる、一般的な画像記述の用例を示す図である。画像の残部の色は、第3の背景色である。まず多数の正方形テスト領域6を画像上に描く。テスト領域6のサイズと形状は、複数の画素すなわちピクセルを取り囲む予め規定された空間構成要素のサイズと形状に対応することが好ましい。図12に図示されたテスト領域6を規定する空間構成要素は正方形であるが、この要素のサイズと形状には制限は無い。矩形又は円形のような正則形状は、無定形状すなわちプロブ形状よりも多くの応用においてより好便である。又、テスト領域6は、散乱弾に似た画素（ピクセル）の散乱パターンであって良い。同様に、画像上のテスト領域6の配置プランは図1に示した直線で囲まれたパターンに制限されない。

【0066】図1において多数のテスト領域6が完全に

17

三角形特徴2の領域内に入っている。これらのテスト領域内の画像の色は均一な第1色である。同様に、多数のテスト領域6が完全に円形特徴4の領域内又は背景内に入っている。これらのテスト領域内の画像の色は均一で、第2色又は背景色として各々量子化できる。程度は異なるが、残りのテスト領域6は2つ以上の特徴領域に重なり合っている。これらのテスト領域6の色は均一ではない。

【0067】図2は、図1の画像上により大きいスケールでテスト領域6を描いた場合を示す図である。テスト領域6の形状とテスト領域6の配置プランと同様に、テスト領域6のサイズはその用途において決定される。但し、画像に関する空間情報は、データ又は画像記述子に埋め込まれる。理由は、テスト領域6はスケールを有する、即ちテスト領域6は複数の画素を囲んでいるからである。図1、2を比較するとわかるようにテスト領域6を変えると各色のテスト領域数が変化する。

【0068】図3は、8つの正方形の特徴及び8つの円形の特徴で特徴付ける画像を示す図、図4は、1つの正方形の特徴と1つの円形の特徴で特徴付ける画像で、各特徴が図3における8つの同一幾何学形状の特徴と等しい面積を有している画像を示す図である。同様に、2つの画像の個々の色領域のサイズが異なると、各色のテスト領域6の数が同様に変化する。例えば、図3の画像の8個の正方形特徴10と8個の円形特徴12の総面積は、それぞれ図4の画像の正方形特徴20と円形特徴22の総面積と等しい。その結果、色の関数としての画素の母集団分布は、2枚の画像とも等しくなる。しかしながら、画像の個々の色領域のサイズが異なるために、各均一色のテスト領域6の数はテスト領域の割合が一定である場合でも変化する。図4において、円形特徴22の色を含むテスト領域6の方が、図3の円形特徴12で完全に満たされているテスト領域6より多い。大きい均一色領域又は“プロブ”を含む画像は、小さいより分散した色領域を有する画像より、これらプロブの均一色を有するテスト領域を多く生み出す。

【0069】図1において、若干のテスト領域6は均一色領域の中に完全に含まれているが、若干のテスト領域6は、2つ以上の色領域に重なって含まれている。その結果、これらの領域の色は均一でなく、画像を記述する際に有利なように量子化されねばならない。例えば、各赤、緑、青(RGB)ピクセルの平均値、RGBピクセル値の変換、平均色又はRGB強度値のベクトル和が、非均一色のテスト領域の色を記述するために使用できる。非均一な色を持つ各テスト領域は、恐らく2つ又はそれ以上の色領域が重なっており、どの他のテスト領域からもある程度異なっていると考えられるので、非均一な色のテスト領域の数だけ、多数の平均色又はピクセル強度の組み合わせが有り得る。可能な入力値をより少数の量子化レベルにマッピングすれば色数を削減できる。

(10)

特開2002-170116

18

例えば、RGB色データは、赤緑青の寄与割合が或る特定の範囲内にあるテスト領域の母集団として表現できる。

【0070】図1及び図2に見られるように、少数のテスト領域6のみが画像の特徴境界内に完全に含まれ、従って真に均一の色を有している。但し、図1のように若干の場合、テスト領域の殆ど(全部ではない)が特定の色をもつ。均一色を持つ領域の集合に含まれるテスト領域6の数は、その用途において、“殆ど”均一のデータ領域に含まれる均一性のテストを含めることにより増大させることができる。同様に、殆ど均一である画像領域を受け入れることは、多数の均一色領域を含まない画像の場合に必要なかもしれない。

【0071】例えば、均一性のテストは、テスト領域中の画素の色の標準偏差に基づき行うことができる。テスト領域 $\epsilon$ 内の色チャネル $k$ のピクセル値の標準偏差を $\sigma_k$ とすると、均一性は次式で定義される。

【0072】

【数1】

$$H(\epsilon) = 1 - \sum_k w_k \sigma_k$$

【0073】式中、 $w_k$ は色チャネル $k$ の重み係数である。上記に代わる均一性テスト関数は、基本成分解析に基づくことができる。マトリックス $A$ は $A = (P_{11}, \dots)$ として定義される。ここで、 $P_{11}$ はテスト領域 $\epsilon$ の $j$ 番目のピクセルの $j$ 番目の色成分である。 $A$ の特異値は、特異値の分解によって決められる。 $\rho_k$  ( $k=1, 2, \dots$ )を大きさ降順のマトリックス $A$ の特異値であるとする、均一性は下式で定義される。

【0074】

【数2】

$$H(\epsilon) = 1 - \sum_{k=1} W_k \rho_k / \rho_1$$

【0075】式中、 $W_k$ は特異値 $P_k$  ( $k>1$ )に対応する重み係数である。画像を記述する本方法により得られたデータは、この分野ではよく知られている統計的表現に組み込むことができる。“色プロブ”のヒストグラムを作成し、それらの色の関数としてテスト領域の母集団の頻度分布を表すことができる。所与の画像 $I$ に対して、色プロブのヒストグラムは、スケール $s$ の全テスト領域の母集団分布である。尚、 $s$ は画素中のテスト領域サイズである。この色プロブのヒストグラムは、集合 $C$ に属する各量子化色 $c$  (即ち、 $c \in C$ ) に対して1つの要素 $h_{c,s}$ を有する配列 $h_s$ として定義される。

【0076】

【数3】

$$h_{c,s} = |\{ \epsilon \in I | c(\epsilon) = c \}|$$

【0077】式中、 $C$ は全ての量子化された色の集合であり、 $I_s$ は画像 $I$ 中のサイズ $s$ の全ての色プロブの集

19

合である。色関数としてのテスト領域の母集団分布は、色プロブヒストグラムの統計的モーメントである色プロブモーメントによって記述することもできる。この方法は、色プロブモーメントが極めてコンパクトな画像記述子であると云う利点を提供する。所与の画像1に対し、各色チャネルk内のサイズsのテスト領域の母集団分布の第1、第2及び第3の統計的モーメントは、次の通りである。

平均値( $\mu$ ) (第1モーメント) :

【0078】

【数4】

$$\mu_{s,k} = \frac{1}{|L|} \sum_{\epsilon \in L} c_k(\epsilon)$$

(11)

特開2002-170116

20

\*【0079】標準偏差( $\sigma$ ) (第2モーメント) :

【0080】

【数5】

$$\sigma_{s,k} = \left( \frac{1}{|L|} \sum_{\epsilon \in L} (c_k(\epsilon) - \mu_{s,k})^2 \right)^{1/2}$$

【0081】歪度( $\lambda$ ) (第3モーメント) :

【0082】

10 【数6】

$$\lambda_{s,k} = \left( \frac{1}{|L|} \sum_{\epsilon \in L} (c_k(\epsilon) - \mu_{s,k})^3 \right)^{1/3}$$

【0083】式中、 $c_k(\epsilon)$ は、 $c(\epsilon)$ のk番目の色成分である。図6は、本発明の第1実施例において得られた画像データ例を示す図で、処理画像より得られるデータは、量子化された色の集合 $\mu_0 \sim \mu_{255}$ として表現でき、その際、量子化した色の1つに一致する十分に均一な色を有するテスト領域の数を共に示すことができる。言い換えれば、 $\mu_k$ が赤色で、サイズがx1の6つのテスト領域が十分に均一な赤色であれば、サイズx=19 $\mu_k$ は総計6を持つ。その結果、個々のピクセルの色の総和ではなく、各項目が十分に均一な色を有するサイズx1のテスト領域数を合計するヒストグラムが得られる。異なるテスト領域サイズsで画像を処理して追加データを得る。多数の画像から得たデータは、画像の比較目的に使用することができる。

【0084】図5は、同一サイズ及び形状の特徴を有し、その特徴が平行移動及び回転した2枚の類似画像を示す図である。空間テスト領域を用いる画像記述は、画像の回転と平行移動に不変となる。図5(A)、(B)の2つの画像では、正方形の特徴領域14は水平方向と垂直方向に移動し、三角形の特徴領域16は90度回転している。各特徴の均一色を有するテスト領域6の数は不変である。等方性色領域の場合、色プロブのヒストグラムと色プロブのモーメントが画像特徴の平行移動と回転に対し不変であることを示すことができる。

【0085】本システムによると、画像のテクスチャ又は表面外観に基づく画像を記述することができる。色は点特性であり、色ヒストグラム又は画素の色特性の他の表現法によって記述でき、一方、テクスチャは局所的な近傍特性であり、テクスチャ記述子は、画素の周辺領域の特性を記述する。個別のテスト領域のテクスチャは、異方性、指向性及びコントラストのような平均テクスチャ記述子によって表現することができる。テクスチャ記

述子はテクスチャプロブのヒストグラムで統計的に記述することができる。画像1に対して、s画素を含むテスト領域に対するテクスチャプロブのヒストグラムは、Tに含まれる各量子化テクスチャモデルtに対し1個の要素 $h_{s,t}$ を有する1つの配列 $h_s$ として定義されたサイズsのテスト領域の母集団分布である。

【0086】

【数7】

$$h_{s,t} = |\{\epsilon \in L_s | t(\epsilon) = t\}|$$

【0087】式中、Tは全ての量子化テクスチャモデルを含む集合である。所与の画像1に対して、スケールsのテスト領域に対するテクスチャプロブのモーメントは、各テクスチャバンドkにおけるサイズsのテスト領域の頻度分布の第1、第2及び第3の統計的モーメントである。即ち、

平均値( $\mu$ ) (第1モーメント) :

【0088】

【数8】

$$\mu_{s,k} = \frac{1}{|L|} \sum_{\epsilon \in L} t_k(\epsilon)$$

【0089】標準偏差( $\sigma$ ) (第2モーメント) :

【0090】

【数9】

$$\sigma_{s,k} = \left( \frac{1}{|L|} \sum_{\epsilon \in L} (t_k(\epsilon) - \mu_{s,k})^2 \right)^{1/2}$$

【0091】歪度( $\lambda$ ) (第3モーメント) :

【0092】

21

(数10)

$$\lambda_{k,k} = \left( \frac{1}{\sum_{\epsilon} (t_k(\epsilon) - \mu_k)^2} \right)^{1/2}$$

【0093】式中、 $t_k(\epsilon)$ は、 $t(\epsilon)$ の $k$ 番目の成分である。上記の技法は、色又はテクスチャの標準偏差に基づき、十分に均一なテスト領域の総数を計数する。残念ながら、標準偏差のためのしきい値の選択が難しい。しきい値がゼロであれば、十分に均一なテスト領域は無くなる。一方、しきい値が大きいと、多数のテスト領域があまり均一でなくても計数される。

【0094】図7は、本発明の第2の実施例において得られた画像データ例を示す図で、各テスト領域毎に量子化色に関する色分布の割合の計算を含んでいる。結果として得られるマトリックスは、色の割合の関数として各量子化色の発現数を持つ。図7の100%の欄は図6に示した先述の技法の単一欄( $s = x1$ )と同じであることに注意すべきである。

【0095】再度図1乃至図4を参照する。便宜上、互いに間隔を置いたテスト領域6のセットを示し、この技法を説明する。平行移動と回転に対する不変性を高めるために、この好ましい技法は、画像内の各ピクセルにテスト領域を配置することを含んでいる。

【0096】テスト領域6のサイズは、十分に均一なテスト領域数に十分な影響をもつ。図3及び図4を参照する。使用テスト領域を、図3の正方形の特徴10及び、円形の特徴12より大きく、但し、図4の正方形の特徴20及び円形の特徴22より小さいように選択すると、図3の処理では十分に均一な領域は得られないという結果をもたらす。しかしながら、図4の処理では、幾つかの十分に均一な領域をもたらす。このように、十分に均一なテスト領域6の数の違いが増大し、かような測度を用いる画像間の識別が容易になる。

【0097】ここに記述した技法は、Y/Cb/Crのような適当な色空間に適用できる。画像上のテスト領域のパターンとサイズは、要望に応じ変更できまたはランダムとすることができる。

【0098】上述の均一性試験は、ステップ機能のように、十分に均一か(イエス又は“1”)又は不十分か(ノー又は“0”)の何れかの結果を提供する。かような均一性試験は、標準偏差がしきい値に近似の場合、計算値であるその標準偏差の僅かな変動が均一性試験の結果を変えることになるので、ノイズに反応する。従って、上述の均一性試験は、ノイズに反応し、均一性のさらに微細なグラデーションは考慮しない。図8は、非2進しきい値技法のグラフを示す図である。均一性のしきい値の決定は、“ソフト”なしきい値メカニズムを含むことができる。このしきい値メカニズムは、標準偏差のような或る均一性測度を参照して均一性の(例えば、Yes/Noの2値による決定でない)浮動点測度(フロ

(12)

特開2002-170116

22

ーティングポイントメジャー)を提供する。このしきい値メカニズムは、標準偏差が減少するに従って徐々に均一性を増大させる。このように、しきい値付近の領域における標準偏差の僅かな変化により、均一性の測定値に大きな変化が生じることがなくなる。さらに、しきい値の特別な選択により正確な結果の達成が左右されるのを緩和する。他の非2値機能により、均一性を或る測定基準の関数として定義することも望むならば同様に可能である。

【0099】図8の表を再び参照する。テスト領域毎の量子化色の割合分布を、列毎に等百分率分布に基づいて示している。しかしながら、殆どの画像は、殆どの範囲に種々多様な色内容を含んでいる。従って、殆どの画像の色分布は、より少ない割合の方に配分される傾向がある。言い換えれば、通常の画像には、ほぼ純粋で均一な色の大きな領域は比較的少ない。比較的少ない大きな均一色範囲の場合、より大きな割合(百分率)値のマトリックス部分は、主としてゼロになる傾向があり、これは、空間を浪費するだけで、より細かな差異を含む実世界の画像を識別する有効な技法は提供できない。図9は、本発明の第3実施態様において得られた画像データ例を示す図である。この制約を克服し、比較的簡潔なマトリックス(行列)を維持するために、このマトリックスは、比率範囲をより大きな比率の方に増大させ、より小さな比率でより小さな比率範囲を含むことができる。これにより、埋設システムに適した小さなマトリックスを維持すると共に、内容の類似している画像をより正確に識別できる。“ソフト”なしきい値技法と変更マトリックスに関する上記の説明は、テクスチャにも同様に適用できる。

【0100】本発明では、上述の技法により、図7及び図9に示すように、割合の選択を少なくとも部分的に任意とすることを實現した。任意としたことに加え、量子化色( $\mu_s$ )の選択の間隔を細かくすると、通常多数の可能な量子化色を生じ、ノイズの結果生じる画像色の小さな変化が全体的な結果を大きく変化させる。任意の割合と細かく量子化した色( $\mu_s$ )の影響に加え、さらに、比率の間隔を細かくすると、色量の僅かな差が、画像記述子に著しい差を生じさせる。よく見られるように、画像記述子自体の差異には感じやすいので、異なるが視覚的に類似している画像に由来する、異なる画像記述子を正確に比較することは益々困難になる。

【0101】可能な量子化色と比率の細分化の試みとは異なり、本発明では、図7及び図9に示すように、比率の境界を取り除き、均一性試験を、テスト領域内に量子化色のいずれかが存在するのを確かめるだけに簡素化すれば、堅実ですぐ使用できる画像記述子が得られると推定した。図10は、色構成ヒストグラムの1例を示す図である。軸線に沿って付けられたインデックス(例えば、0-255)は、選択した色空間における量子化色

(13)

特開2002-170116

23

を表わしており、それにより、色構成ヒストグラムを形成する。色構成ヒストグラムを作成するために、各テスト領域（又は選択したテスト領域のセット）内の画像に含まれる各々異なる色を特定する。次に、異なり特定された各色を量子化色範囲に従って量子化する。

【0102】二重に量子化された色は、テスト領域毎に破棄する。言い換えれば、テスト領域毎に、画像のテスト範囲内の各量子化色を一回だけカウントする。得られた色構成ヒストグラムは、一次元ヒストグラム画像であり、色分布のみではなく、それ以上の包含データを示している。この得られた色構成ヒストグラムに含まれている追加情報は、例えば、色の頻度と各量子化色の色コヒーレント（空間情報）を含んでいる。実際に、このシステムは、ヒストグラム内のコヒーレントな色空間範囲の効果の強調を減じ、ヒストグラム内の空間的にインコヒーレントな色範囲の効果の強調する。

【0103】図11(A)は、高度にコヒーレントな色の画像を示す図であり、図11(B)は、高度にコヒー

24

\* レントな色の画像を示す図である。この色ヒストグラムは、所与の色が同量存在するがその色を有する画素群の構成が異なる2つの画像を識別することができる。例えば、図11(A)は、ヒストグラム中の前記色につき90(9×10)の値を記録する。これに対し、図11(B)は、ヒストグラム中の前記色につき、459(各内部色につき9(9×45)、各エッジ色につき3(3×4)及び各エッジより1つ離れた色につき6(7×6))の値を記録する。従来の色ヒストグラムとこの色構成ヒストグラムの特定実施例を比較してその利点を示したものが、ここに参照して組み込む資料ISO/IEC JTC1/SC 29/WG 11/M5572 (ハワイ州マウイ、1999年12月)に記述され、本明細書に参照として一体化されている。

【0104】この色構成用のDDL(データ記述言語)表現シンタックスは次のように記述される。

【0105】

【表3】

```
<complexType name="ColorStructureType">
  <complexContent>
    <extension base="VisualIDType">
      <sequence minOccurs="1" maxOccurs="1">
        <element name="Values" minOccurs="1" maxOccurs="1">
          <simpleType>
            <list itemType="unsigned8">
              <minLength value="32"/>
              <maxLength value="256"/>
            </list>
          </simpleType>
        </element>
      </sequence>
      <attribute name="colorQuant" type="mpeg7:unsigned3"
        use="required"/>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>
```

【0106】色構成ヒストグラムの検索有効性は、従来のヒストグラムよりも、同数の“ビン”の記述子（即ち、量子化色数）の場合で比較してかなり高い。従来のヒストグラムに比し、色構成ヒストグラムは、ビンの数が少ない記述子を比較する時、即ち、粗い色量子化の場合に特に有効である。色構成ヒストグラムの抽出複雑度

は次の通りである。ヒストグラムの量子化色数をKとし構成要素中の画素数をSとすると、複雑さの順位は、画素当たり $O(S+K)$ であり、 $O()$ は通常、計算の複雑さ演算子の順位に関連し、当分野においては、所謂ビッグ“O”又は“ランダウ”表示法としてよく知られている。画像全体のヒストグラムを計算する複雑性は、 $O$

(14)

特開2002-170116

25

( $(S+K)n$ )であり、ここで、 $n$ は画像中の画素数である。色の量子化をヒストグラムの抽出前に実行すると仮定すると、色構成ヒストグラムを計算するために整数のみの総和、乗算、比較及びメモリの読出し/書き込みが必要である。

【0107】ヒストグラム中のビン数を $n$ とすると、 $l_1$ ノルム(絶対差分の和)に関する $l_1$ 距離を相似性の測定として使用する場合、ヒストグラムマッチングの複雑さの順位は $O(n)$ である。 $l_1$ 距離を用いる場合は、整数のみの総和、比較演算及びメモリの読出し/書き込みが2つの色構成ヒストグラムを一致させるために必要である。

【0108】テスト領域をさらに考察し、その最適サイズを決定することを試みた。勿論、この最適テストサイズの計算は、空間情報を含む他の形式のヒストグラムにも同様に適用できる。構成要素の場合の検索精度に関する最適サイズの算定は問題である。困難さの1つは、固定サイズの構成要素は、全ての画像に対し最適ではないことである。異なる尺度の同一画面を表わしている2つの異なる画像を同一サイズのテスト領域を用いて処理したところ、驚いたことに、異なる画像サイズを考慮し基準を統一して得られた色構成ヒストグラムが非常に異なっていることが観察された。これは、従来のヒストグラムでは見られないことである。この予期せぬ結果を検討し、主たる差異源は2つの画像の異なる尺度であると推定した。この推定と観察に基づき、テスト領域のサイズ(又は同等の構成要素のサイズ)は、処理中の画像サイズに一致して変更すべきであると決定した。従って、比較的大きい画像は、比較的大きいテスト領域を用いるべきであり、小さい画像は比較的小さいテスト領域を用いるべきである。

【0109】ほぼ同一サイズ(例えば、 $320 \times 240$ 及び $352 \times 288$ )の画像のデータベースの分析を、異なるサイズの構成要素(テスト領域)、異なる画素密度及び画像内の異なる位置配列パターンを用いて実施した。使用した構成要素は、 $1 \times 1$ 、 $2 \times 2$ 、 $4 \times 4$ 、 $8 \times 8$ 及び $16 \times 16$ であった。 $1 \times 1$ の構成要素は、従来の色ヒストグラムの抽出と同等の特別なケースである。テスト結果は、検索性能が、構成要素のサイズ(所与の画素密度と所与の配列パターンを有している)の増加と共に改善されることを示唆している。かなりのパフォーマンスの改善は、構成要素サイズが $1 \times 1$ (通常ヒストグラム)から $2 \times 2$ 、 $4 \times 4$ 、 $8 \times 8$ へ増大する時に観察できる。多くの場合、構成要素をさらに増大してもパフォーマンスの改善は僅かになる。このパフォーマンスの構成要素サイズに対する感度は比較的低い(即ち、特定の構成要素サイズに対する明確なパフォーマンス“ピーク”が存在しない)。正確な構成要素サイズ(数個の画素内)は、クリティカルではないが、 $8 \times 8$ の構成要素が好適である。構成要素を2倍ずつ増大さ

26

せた時に性能の改善が観察された。データベースの分析により得られた検索精度を検討し、構成要素を画像に正確に関係させる必要は無く、むしろ、直進対数指数関係を許し、計算の複雑さを制限する2つの因子を用いれば十分であることが判明した。

【0110】任意の技法を使用して構成要素の相対寸法を変更することができるが、好適な技法について以下に説明する。図12は、異なる解像度の画像の構成要素を示す図である。図12(A)の画像は $320 \times 240$ 、図12(B)の画像は $640 \times 480$ (画像サンプルの一部のみを示す)。図は、画像の上部左隅の当初位置にある構成要素を示している。構成要素は、画像上を滑動し、図12(A)では1画素分移動し、図12(B)では2画素分移動する。図12(B)は、画像を両方向に2だけサブサンプリングし、次に、同じ $8 \times 8$ 構成要素を適用することに相応する。構成要素の空間範囲は画像サイズに依存すべきである。但し、構成要素内のサンプル数は、画像と構成要素を同時にサブサンプリングすることにより一定に保持できる。構成要素内のサンプル数は、 $8 \times 8$ の配列パターンで64個に維持するのが好ましく、このパターン内の2個のサンプル間の距離は、画像サイズの増大に応じて増大する。この技法は、2の乗と $8 \times 8$ 画素の構成要素を使用する画像サブサンプリングに等しい。即ち、この技法は、1実施例においては、画像を固定ベースサイズに再修正して、常に、同一密度パケットの $8 \times 8$ 構成要素を使用すると説明できる。この技法は、ソフトウェア内の“適所で”実行できる。即ち、画像のサブサンプリングは、色構成ヒストグラムを計算しながら、処理期間中にサンプルを単純にスキップすることにより間接的に実施できる。サブサンプリング係数と構成要素の幅と高さの空間範囲を同時に次のように計算することができる。構成要素サイズの空間範囲を $E$ とする。即ち、空間範囲は好ましくは $E \times E$ である。使用するサブサンプリング係数を $K$ とする。 $K=1$ はサブサンプリングをしないことを意味し、 $K=2$ は水平及び垂直等の方向等に2回サブサンプリングすることを意味する。 $K$ 及び $E$ は、次のように計算するのが好ましい。

$$p = \max[0, \text{round}(0.5 \cdot \log_2(\text{幅} \cdot \text{高さ}) - 8)],$$

ここで、 $K=2^p$ 及び $E=8 \cdot K$ である。

【0111】例えば、サイズ $320 \times 240$ の画像は、上記公式により、 $K=1$ 及び $E=8$ を生じ、この場合、構成要素は、図12(A)に示すように、サブサンプリングはされず単純に $8 \times 8$ である。サイズ $640 \times 480$ の画像は、上記公式により、 $K=2$ 及び $E=16$ を生じ、この場合、図12(B)に示すように、構成要素の空間範囲は $16 \times 16$ でサブサンプリングは $2 \times 2$ であり、サブサンプリングした画像上に $8 \times 8$ の空間範囲を持つ構成要素が生じる。 $256 \times 256$ より小さい画像は、全ての場合に $K=1$ 及び $E=8$ であるという意味



で、特殊なケースである。これにより、より小さな画像をより大きいサイズにサンプリングするのを避けると同時に十分良好に実行できる。

【0112】可変寸法テスト領域の実施例が、その利点と共に、ここに参照により一体化する資料ISO/IEC JTC 1/SC 29WG 11/M5785 (オランダ、Noordwijkerhout, 2000年3月)に記述されている。

【0113】異なる長さ、即ち、異なる“ピン”数の使用可能な記述子をもつことが望ましい。前述したように、これは、より粗く又は細かく量子化した色空間での記述子の抽出に相当する。一般に、小さな記述子は、より粗く量子化した色空間に該当する。しかしながら、この色空間は、望むならば任意の非一様な方法で量子化してもよい。異なるサイズの記述子は、特定のシステムが少なくとも部分的に、色構成ヒストグラムの保管に必要な蓄積条件を選択することを可能にする。さらに、色構成ヒストグラムの記述子サイズの選択は、システムがシステムの複雑さと計算必要条件を少なくとも部分的に決定できるようにする。例えば、画像数が制限されており蓄積装置がほぼ制限無く使用可能な場合は、比較的多数のピンを持つ記述子が望まれる。画像数が異常に多く、追加の使用可能な蓄積装置に限りがあり、計算能力にも制限がある場合、ピン数を厳しく制限した記述子が望まれる。蓄積スペースが厳しく制限されている埋め込みシステムの場合も、ピン数を厳しく制限した記述子が望まれる。使用可能な記述子は、要望に応じ、例えば、256、200、175、130、96、75、32及び12のように選択することができる。勿論、(色構成ヒストグラムを限定することなく)複数の記述子サイズを含む、任意の画像記述システムと共に使用することができる。

【0114】図13、図14、及び図15は、色(又は色構成)ヒストグラム記述子の独立軸に沿って配列した関連ピンと量子化色空間の関係を示しており、又、2つの異なる色空間量子化に由来する2つのヒストグラム間の関係を記述している。図13(A)は、説明のためにのみ図示したものであるが、2次元色空間を、各々隣接する空間範囲を囲む少数の互いに素なサブセットに分割している。実際には、色空間の次元数はより高く、通常は三次元であり、その形状は任意であってよい。又、実際には、サブセット数は、多くても少なくとも多く、形状も任意であり、包含空間部分は、1個以上の非連結(離散)点より成る場合でも高度に非連結であり得る。議論を容易にするために、これらの互いに素な色空間のサブセットを“セル”と呼ぶことにするが、上記のように、形状及び形式は任意である。図13(A)は、“A”型の量子化として表示する表示色空間の特定量子化を示している。セルに0からN-1(Nはセルの総数であり、この場合はN=16)まで番号を付け、図13(B)に示すNピンのヒストグラムにも同じ番号を付け

る。これにより、双射的(bijective)な関係がヒストグラムのピンと色空間セルの間に確立される。即ち、各ピンは、1つだけのセルに対応し、反対に、各セルは、1つだけのピンに対応している。色空間セルとヒストグラムピンの両方へのN番号の割当は任意であるが、実際には、図13、図14、図15に示すような順序が用いられる。色構成ヒストグラムの特定ピン内の数値、例えば、k番目のピン内の数値を、前述したように、k番目の色空間セル内に位置する構成要素の位置番号によって決定する。従来のヒストグラムの場合、k番目のピン内の数値は、k番目セル内の色を持つ画素が画像内で発生する回数である。

【0115】図14(A)は、色空間の再量子化を示しており、“B”型色空間量子化と表示する。再量子化によれば、色空間を異なるセルのセットに区分けし、必ずしも必要ではないができれば異なるセル数とする。図14(A)に関連するヒストグラムの独立軸を図14

(B)に示す。図13(A)と図14(A)は、空間量子化セル及び再量子化セル間に僅かな関係がある場合を示している。図13(B)のヒストグラムが与えられ、相互操作性のために、関連画像を参照することなく、それを図14(B)のヒストグラムに変換することを望む場合には、次の困難が発生する。どのようにして、図13(B)のヒストグラムピン内の値を正確に結合して図14(B)のピン値を得ることができるのであろうか。ピンと色空間セルの間の双射関係により、これは、“B”型量子化のセル内に存在する画素数に“A”型量子化のセル内に存在する色の画素数を分配する方法を求めることと同じである。3のインデックスを持つ“B”型量子化セルを考慮して困難さを説明する。このセルは、図14(A)に破線で示した“A”型量子化セル4、5、7及び8の各々の部分を含んでいる。かように、これらの“A”型量子化セルに存在する色を持つ画素数の或る部分が“B”型量子化に該当する図14(B)のヒストグラムのピン3内に値を提供すべきである。しかしながら、原画像の画素を参照しないで、この配分を決めることは困難である。

【0116】この配分を合理的に行うための種々の可能なスキームをテストする実験を実施した。1つのアイディアは、所与の“B”セルに重なる所与の“A”セル領域に比例して、“B”型量子化の所与のセルに、“A”型量子化の所与のセル内の色を有する画素を割り当てることであった。記述子を再量子化する方法を用いることによる検索結果は貧しいものであった。理由は、この方法は所与の“A”量子化セルに画素色が元々存在していることを考慮しなかったからである。“A”量子化からのセルが完全に再量子化空間のセルの内側又は外側にある場合のみ、かような配分を行えることが判明した。その場合、所与の“A”量子化セル内の画素の全て又はゼロが、事実上、再量子化空間の所与のセル内に存



在する。

【0117】図15(A)は、この特性を持つ“A”量子化の色空間再量子化を示す。これを、色空間の“C”量子化と記述する。全ての“A”セルが完全に或る“C”セルの内側又は外側にあることを観察する。同様に、全ての“C”セルの境界線は“A”セルの境界線である。かような色空間の再量子化の場合、“A”量子化ヒストグラム値からの“C”量子化ヒストグラム値の導出を継続できる。好適な導出技法は、再量子化により“C”に結合された“A”セルに対応する“A”ヒストグラムのピン値を加法により結合することである。図15(B)は、2つの“C”ヒストグラムのピン、即ちピン0とピン3の場合のこの技法を説明する図である。図15(B)のピン0は、図15(A)のセルインデックス0に対応する。このセルは、図13(A)からの唯一つの“A”量子化セル、即ち、インデックス4のセルの(自明な)結合である。従って、図15(B)のピン0内の値は、図13(B)の“A”ヒストグラムのピン4内の値からのみ導出される。

【0118】重要な例として、図15(B)の“C”ヒストグラムのピン3を検討する。これは、“A”色空間量子化からのセル1、2、3及び11を正確に取り囲む図15(A)の“C”セルインデックス3に対応する。従って、ピン1、2、3及び11内で発見された“A”ヒストグラムからの値は、好ましくは加法にて結合され、図15(B)の“C”ヒストグラムのピン3用の導出値を得る。

【0119】この再量子化を達成できる方法の1例について以下に説明する。ヒストグラムの色空間量子化をAで表わし、目標の再量子化をBで表わす。1<sub>A</sub>はAヒストグラム内にある所与の色ピンのインデックスである。HSV(色相飽和値)の色空間において、例えば、再量子化は、先ず1<sub>A</sub>を、A型量子化用3個のHSV色成分Hq<sub>A</sub>、Sq<sub>A</sub>及びVq<sub>A</sub>にマッピングすることにより実施する。このマッピングは、個別の量子化色インデックスを取り、ヒストグラムピンインデックスを配達するマップを逆にすることにより定義される。次に、3個の色インデックスを、 $H = (Hq_A + 0.5) / nHq_A$ に従い逆量子化する。ここで、nHq<sub>A</sub>は、浮動点数量であるHが当初A型に量子化されたレベル数である。同じ公式を、適当な変更を加えてS及びVに適用することができる。その後、H、S及びVを“B”型量子化の量子化レベルに従って再量子化し、ヒストグラムピンのインデックス1<sub>B</sub>を、Hq<sub>A</sub>、Sq<sub>A</sub>及びVq<sub>A</sub>から再計算することにより算出する。これにより、1<sub>A</sub>から1<sub>B</sub>までのマップが定義される。1<sub>B</sub>におけるヒストグラムの振幅インデックスを単純に1<sub>B</sub>に加える。これは、1<sub>A</sub>と1<sub>B</sub>におけるヒストグラムの振幅を加算することに等しいことを示している。

【0120】再量子化は、色ヒストグラムと色構成ヒ

ストグラムに適用できるが、これは、以下に述べるように、画像検索のための色構成ヒストグラム記述子を用いる場合には、最適な操作ではないことが判明した。特に、色構成ヒストグラムを異なる量子化レベルで抽出し、次に続けて再量子化する場合には、これは最適な操作ではない。この挙動の主要な理由は、色構成ヒストグラムの性質にあり、色構成ヒストグラムは通常、従来のヒストグラムより高性能である理由に密接に関係している。再び、図11(A)と図11(B)を参照する。これらの図は、等色平面内に2つの異常な、但し、有効なタイプの色構成が存在し、画素平面が同色である場合の色構成ヒストグラムの挙動を示す。図11(A)において、P色と記す同一色の画素は、矩形“プロブ”内に群集している。説明のために、この群塊をコヒーレンス(干渉性)と記す。等色平面の干渉性が高ければ高いほど、等色平面内の画素群はより密集して見える。反対に、等色平面の非干渉性が高くなればなるだけ、画素は、色構成ヒストグラムに用いられている構成要素の寸法(ディメンション)に関して、“遠く離れる”傾向がある。

【0121】図11(A)の干渉性は、エッジ効果を見無視し、色Pに対応する色構成ヒストグラム(非正規化色構成ヒストグラム)のPピンに、 $(8+2) \times (7+2) = 90$ の計数値を与える。これは、色Pの画素が、構成要素の90異なる位置の構成要素内で発見されるからである。一方、図11(B)の場合の計数値は、エッジ効果を見無視すれば、各画素は色構成ヒストグラムピンに合計9の計数値を与えるので、 $(8 \times 7) \times (3 \times 3) = 504$ となる。

【0122】対応する従来のヒストグラムは、いずれの場合も、非正規化56の計数値を持つ。従って、従来のヒストグラムは色構成のインコヒーレンスに不感であるのに反し、色構成ヒストグラムは、各色量の測定に加え、等色平面内のインコヒーレンスに反応する。この追加情報は、色構成ヒストグラムが従来のヒストグラムより優れている主要な理由である。同様に、これが、色構成ヒストグラムは再量子化の下では良好な動作が期待できない主たる要因であることが判明した。以下にその説明をする。

【0123】図16は2つの等色平面P及びQを持つ画像を示す図である。原色空間量子化をAで表わし、より粗いスケラブルな再量子化をBで表わす。次の3つの特性を有する第2色Qを導入する。(i)色構成は又非干渉性(インコヒーレント)であり、(ii)画素は色Pの画素近くの空間にあり、(iii)色空間中の位置は色Pに十分に近く、再量子化された時にP、セルPQと同じ量子化ピン内に存在する。色Qは、又、各々改善されたヒストグラムのピン“Qピン”に計数値504を供給する。相当する従来のヒストグラムは、Qピンに $(8 \times 7) = 56$ の計数値を提供する。

31

【0124】説明のために、この色構成ヒストグラムと従来のヒストグラムを再量子化すると仮定する。PピンとQピンは新しいPQピンになる。従来のヒストグラムの場合、PQピン内の計数値は112であり、これはPピンとQピン内の計数値の合計である。理由は、スケラブルな再量子化の方法では、B量子化においてピンは、A量子化のピンの内容を取得するからである。これは、画像が最初にB量子化された場合、従来のヒストグラムのPQピンに存在した数値と同じである。これは、A量子化空間において色P又は色Qを有していた場合及びその場合にのみ、B空間内の画素は色PQを有しているからである。言い換えれば、従来のヒストグラムの場合の再量子化は、2つの色を1つに結合してから計数するのは、2つの色を個別に計数して結果を和算することと同じであるので、加法（又は、より正確には、準同形（homomorphic））である。

【0125】この挙動は、色構成ヒストグラムと全く異なっている。色構成ヒストグラムを再量子化する場合、従来のヒストグラムの場合と同様に所与の再量子化ピンに写像する全てのピン内の計数値を加える。これは、関連する等色平面の構成に関する知識がなくてもできる最良の方法である。結果は1008を数える。しかしながら、画像がB量子化色空間内で出発する場合、非常に異なる結果が生じる。これは、図15に見られるように、異なっていた色が今は同じ色になっている。等色平面の非干渉性が図11(B)に比して減少していることが観察できる。従って、再量子化は、色構成を考慮することができないので、色構成ヒストグラムを再量子化して得られた計数値より低い計数値が、色構成ヒストグラムのPQピン内に得られることが期待できる。実際に、この計数値は、図15の場合736であり、記述子は、所与の3×3構成要素であるB型色量子化空間内で量子化した画像から抽出された。

【0126】結果として、再量子化色構成ヒストグラムは、準同形ではない。B量子化画像から抽出した色構成ヒストグラムは、1、ノームに関し、AからBに再量子化したものと十分に相違している。色構成ヒストグラムと従来のヒストグラムの再量子化試験は、ここに参照することにより組み込む資料ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11/M5018 (2000年5月、ジュネーブ)に記述されている。

【0127】前述したMPEG-7のDDL（データ記述言語）による記述子の定義中の属性名の1つである“colorQuant（色量子化）”は、色空間と量子化演算位置を規定し、DDL表現シンタックスに用いられたColorStructure（色構成）値の数を決定する。その意味（セマンティクス）は、図18に示すように規定できる。変数ColorQuantは、例えば、001、010、011及び100のような適当な値をとることができる。数値フィールドは、 $m \in \{0, 1, \dots, M-1\}$  の場合の8ビット整数値h

(17)

特開2002-170116

32

(m) のM要素配列として構成されたColorStructure記述子を含んでいる。ピンの数Mは、許容演算点のセット{256, 128, 64, 32}から選択できる。M-ピン記述子のピンは、後述するMセル色空間のM量子化色 $c_0, c_1, c_2, \dots, c_{M-1}$ に双時的に関連する。h(m)値は、非線形方式で記述され、色 $c_m$ の画素を1個以上含む画像内の構成要素の数を表わす。

【0128】勿論、望むならば、任意の色空間を使用できる。しかしながら、完全性を確保するために、好適な色空間は“HMMD”として記述する。HMMD色空間は、RGB色空間から非線形可逆変換によって定義する。HMMD色空間内には、5つの別個の属性（成分）がある。5つの属性の意味は次のように定義される。

【0129】Hue : Hue（色相）；

Max :  $\max(R, G, B)$ ；画像が影又は黒色度を与える黒色をどれだけ持っているかを示す。

Min :  $\min(R, G, B)$ ；画像が淡色又は白色度を与える白色をどれだけ持っているかを示す。

Diff :  $\text{Max} - \text{Min}$ ；色調又は色彩度を生み出す灰色をどれだけ画像が含んでおり、どれだけ純粋色に近いかなを示す。

Sum :  $(\text{Max} + \text{Min}) / 2$ ；及び、色の明るさを示す。

【0130】図19はHMMD色空間を示す図である。HMMD色空間は、黒さ、白さ、彩度及び色相より成る2重円錐形の外観を有している。使用可能な色空間の選択は、図20に示すシーケンスのような任意のシーケンスに配列することができる。使用可能な色空間は、さらに、望むならば、図21に示す2値表現の2進値で表現することができる。

【0131】通常、画像記述子は、共通の色空間において抽出され比較される。異なる色空間から導出した画像記述子を比較することは、かなり困難である。

【0132】比較のために、色構成記述子を再量子化することが最適ではないことを考慮し、色構成ヒストグラムは、256のレベルのような、最も細い量子化粒度において画像から常に最初に抽出すべきであることが判明した。図22はピンの一様化の1例を示す図である。最も細かい量子化レベルで抽出後、記述子は、例えば単純な加法で適当なピンを結合することにより再量子化する。このようにして、128、64及び32のような他のレベルを、画像の色コヒーレンスと無関係である統一された一様な方法で決定する。

【0133】図23は再量子化及び比較技法を示す図である。色構成ヒストグラムのデータベースは、ブロック250において、256ピンのような最高量子化レベルにおいて各画像を最初に量子化することにより生成する。ブロック250の結果得られた量子化画像は次に、ブロック252において、128、64及び32のよう

33

な所望数のピンに再量子化する。探索クエリは、ブロック260において256ピンのような最高量子化レベルで最初に量子化する。ブロック260の結果得られた量子化画像は次に、ブロック262において、128、64及び32のような所望のピン数に量子化する。ブロック250及び260の結果である量子化画像は、望むならば、再量子化する必要はない。ブロック270では、問合せ記述子が特定のヒストグラム記述子と異なるレベルで量子化されるかを決定する。2つの記述子が同数のピンを有している場合は、ブロック272において記述子を比較する。2つの記述子が異なる数のピンを有している場合は、比較する前に、ブロック274において片方の記述子を再量子化して他方の記述子の量子化に合わせる。記述子は、要望に応じ、両方共同数のピンに再量子化してもよい。同サイズになった再量子化記述子を、ブロック272において比較する。同じ方法で同じサイズに量子化した各色構成ヒストグラムは互いに一致し、従って、含まれている空間情報も等しく取り扱うことができる。

【0134】空間情報を含んでいるヒストグラムをさらに検討したが、特に、各量子化色がテスト領域毎に1回だけ計数される場合に、かなりの数のピンが比較的少ない数を含んでいる。ヒストグラム用に必要な蓄積条件をさらに低減させるために、ピンの振幅を選択した符号値のセットに量子化する。色構成ヒストグラムの場合に、ある特定ピンの振幅がとることができる最大値は、予め規定された数値、即ち、 $(N - S_x + 1) \times (M - S_y + 1)$ であり、ここで、Nは画素内構成要素の水平方向の幅、Mは画素内構成要素の垂直方向の高さ、 $S_x$ は画素内構成要素の水平方向の幅、 $S_y$ は画素内構成要素の垂直方向の高さである。注意すべきことは、この最大値は従来の色ヒストグラムと同じであり、ここで $S_x = S_y = 1$ である。最大ポテンシャル値が明らかになれば、生成ヒストグラムを良好に規定された方法で正規化することができる。正規化した総画素計数と生成符号値間の相互関係の1例を図24に示す。従来は、画素計数を一様に量子化しており、図24に破線で描いた斜線のように符号値と量子化振幅の間は直線関係を含んでいる。

【0135】図25は、正規化した画素計数が符号値と非線形関係を示す別の相互関係例を示す。これは、非一様な量子化である。

【0138】通常の色構成ヒストグラム内の殆どのデータは、図10に示すような、小さな数字プラス少数の大きな数字である。殆どが小さい数字より成る2つのヒストグラムを、通常片方のヒストグラムの他方との絶対差によって比較する時に、その結果は主としてより小さい数字になる。小さい数値間の見掛けの差の減少は、続いて振幅量子化を実行すれば、さらに減少する。従って、残る少数の大きな数値が2つの色構成ヒストグラム間の比較を左右する傾向が見られる。小さい符号値（即ち、

(18)

特開2002-170116

34

小さい数）が殆ど無関係になり、大きな符号値（即ち、大きな数）が支配する傾向を補償するためには、振幅を非一様に量子化して、振幅と符号値の間に非直線な関係を導入しなければならない。異なる符号値の分布例では、ピンの振幅範囲を6つの範囲に細分し、次に異なる数の量子化レベルを各細分範囲内に一様に割当てる。ピン振幅範囲（0.0～1.0）を6つの小範囲に分割する閾値は、（およそ）次の通りである。

【0137】Th0 0.000000001；（又は、0.037よりかなり小さいか又は、ほぼゼロに近い数値）

Th1 0.037；  
Th2 0.080；  
Th3 0.195；及び  
Th4 0.320

各分割範囲に割当てる量子化レベル（又は、符号値）数は、（およそ）次の通りである。

N0 = 1 0.0及びTh0の間；  
N1 = 25 Th0及びTh1の間；  
N2 = 20 Th1及びTh2の間；  
N3 = 35 Th2及びTh3の間；  
N4 = 35 Th3及びTh4の間；及び  
N5 = 140 Th4及び1.0の間。

【0138】しきい値の数値は、要求に応じ修正することができる。従来のピンを一様に量子化する方法とは異なり、この改良技法は、非一様振幅量子化技法を用いる。振幅の非一様量子化の実装については、参考資料ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11/M5218（2000年7月、北京）に記載され、ここに参照して一体化する。

【0139】図26は、色構成ヒストグラム記述子の抽出プロセスの実装例を示す図である。ブロック300において、“生の”256ピンヒストグラムを画像から直接集積（例えば、コンパイル）する。この時点で、ピンの振幅はまだ量子化されておらず、“線形”ドメインに残っており、即ち、ピンに関係する色を含む構成要素数に線形に関係している。256ピンが要求されると、ブロック302はブロック304に分岐し、そこで、前述した技法を使用してピンの振幅を非一様に量子化する。256ピンより少ないピンが要求されると、ブロック302は306に分岐し、そこで、前述した技法を使用してピンの単一化により色空間を再量子化する。ブロック306におけるピン一様化の結果は、まだ“線形”ドメインにある。ブロック306の結果をブロック308で最大振幅にクリップして、制限されたビット数を使用している場合に整数の“ロールオーバー”が発生するのを避ける。ブロック308によるクリッピングの結果をブロック304に提供し、そこで、ピンの振幅を非一様に量子化する。ブロック304による振幅の非一様な量子化の結果は、ピン関係色を含む構成要素の数に非線形的に関係する符号値を供給する。かなりの分析を実施した

35

結果、“線形”ドメイン内のピンの一様化による再量子化により、符号値を用いる“非線形”ドメイン内のピンの一様化で検索パフォーマンスが増強されることを確認した。この増強されたパフォーマンスは、主として、減少したクリッピングの結果であることも確認された。

【0140】図27はクエリ及びデータベース記述子用の比較例を示す図である。クエリ記述子とデータベース記述子を相似性測度の比較のために提供する場合、記述子のサイズが一致しなければならない。サイズM320のデータベースとサイズN322の間合せ記述子与えられた場合、2つの記述子のうちの大きい方を減寸して小さい方のサイズに合わせる。減寸させる記述子の符号値を先ずブロック326で(量子化)線形振幅に変換する。符号値の線形振幅への変換は、通常、次の特性を有する。(i)結果振幅と先に定義した[0, 1]以内の非一様量子化間隔の中央間隔値との間には線形の関係であり、(ii)これらの線形振幅中央間隔値は、B個のビットで表現される。Bは、好ましくは20である。ブロック328においてピンの一様化を行う。特に、M>Nであると仮定した場合、M-ピン記述子内ピンのNピン記述子内ピンへのマッピングは、Mピン記述子の各ピンにより表現される色をNセル空間に再量子化し、各再量子化色を表わすピンインデックスを計算することにより定義される。ブロック328の結果は、非一様振幅量子化を含む記述子である。ピン一様化の期間中、2つのピンの合計は、好ましくは、ブロック330において、最大可能線形振幅 $2^B - 1$ にクリップする。その後、減寸した記述子の線形振幅を非線形符号値に変換して戻す。図28は、ゼロ色相角度用diff-sum平面内のHMMD空間の断面を示しており、128セル操作点用量子化セルを説明するための図である。部分空間(サブスペース)を規定する分割点は、色平面に垂直線で示してある。分割点を決定するdiff軸値は、平面の上エッジに沿う分割点マーカーの上部に黒色で表示してある。各部分空間内の水平線は、sum軸に沿った量子化を示している。色相角の量子化は、各分割点マーカーの回りのグレイ回転矢印で示している。回転矢印の右側のグレイ番号は、分割点の右側の部分空間において量子化された色相のレベル番号に該当する。例えば、図13、図14、図15は、diff=60とdiff=110の間のサブ空間(即ち、サブ空間3)に関係する色相値は、8つのレベルに量子化される。

【0141】色空間セルと記述子ピンインデックス間の双射マッピングは、セル内の数値により明示される。これらの数字は、先ず、(sum軸に平行に)下から上まで、次に、サブ平面内にあるdiff-sum平面からdiff-sum平面まで(色相軸の回り)、最後にサブ空間からサブ空間への順序で与えられる。例えば、サブ空間2及び3の底縁に最も近い図13、図14、図15のセルには、32と64の番号が与えられる。数字の

(19)

特開2002-170116

36

ジャンプは、このサブ空間用に4つの合計レベルと8つの色相レベルがあるためである。サブ空間内の数字は、従って、32から $32 + 4 \times 8 - 1 = 63$ に増加する。本明細書に使用してきた用語と表現は、説明のためであり限定するものではなく、かような用語と表現の使用により、図示説明してきた特徴又はその部分を表わす同等の用語と表現を排除する意図は全くない。本発明の範囲は、特許請求範囲によってのみ規定され限定されることを確認する。

## 10 【図面の簡単な説明】

【図1】テスト領域を描いた異なる色又はテクスチャの特徴を含む画像を示す図である。

【図2】画像上により大きいスケールで描いたテスト領域を有する図2の画像を示す図である。

【図3】8つの正方形の特徴及び8つの円形の特徴を有する記述用画像を示す図である。

【図4】1つの正方形特徴と1つの円形特徴を有し、各特徴が、図3における8つの同一幾何学形状の特徴に等しい面積を有している、記述用画像を示す図である。

20 【図5】同一サイズ及び形状の特徴を有し、その特徴が平行移動及び回転した2枚の類似画像を示す図である。

【図6】本発明の第1実施態様において得られた画像データ例を示す図である。

【図7】本発明の第2実施態様において得られた画像データ例を示す図である。

【図8】非2進しきい値技法のグラフを示す図である。

【図9】本発明の第3実施態様において得られた画像データ例を示す図である。

【図10】色構成ヒストグラムの1例を示す図である。

30 【図11】図11(A)は、高干渉性色の画像を示す図であり、図11(B)は、高非干渉性色の画像を示す図である。

【図12】図12(A)は、シングルスペーシングでの $8 \times 8$ 構成要素の画像を示す図であり、図12(B)は、ダブルスペーシングでの $8 \times 8$ 構成要素の画像を示す図である。

【図13】図13(A)は、量子化Aの色空間を示す図であり、図13(B)は、図13(A)の色構成ヒストグラムを示す図である。

40 【図14】図14(A)は、量子化Bの色空間を示す図であり、図14(B)は、図14(A)の色構成ヒストグラムを示す図である。

【図15】図15(A)は、量子化Cの色空間を示す図であり、図15(B)は、図15(A)の色構成ヒストグラムを示す図である。

【図16】2つの等色平面P及びQを持つ画像を示す図である。

【図17】1つのシングル等色平面PQを持つ画像を示す図である。

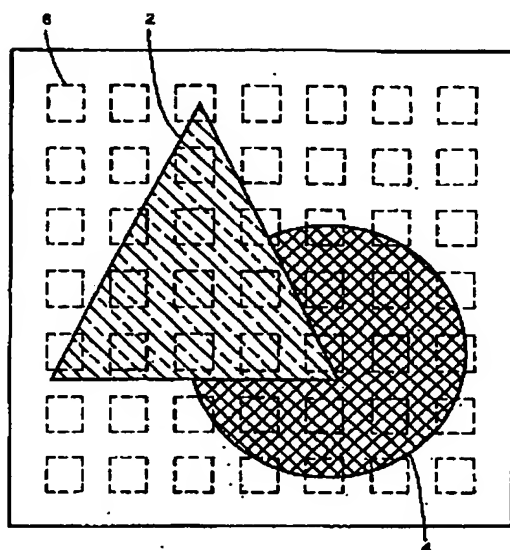
50 【図18】色量子化のためのデータ構造例を示す図であ

37

る。

- 〔図19〕HMMD色空間を示す図である。  
 〔図20〕可能な色空間の選択例を示す図である。  
 〔図21〕図20の色空間の順序例を示す図である。  
 〔図22〕ピンの一様化の1例を示す図である。  
 〔図23〕再量子化及び比較技法を示す図である。  
 〔図24〕線形画素計数値対符号値を示す図である。  
 〔図25〕非線形画素計数値対符号値を示す図である。  
 〔図26〕色構成ヒストグラム記述子抽出プロセスの実装例を示す図である。

〔図1〕



(20)

特開2002-170116

38

\*〔図27〕クエリ及びデータベース記述子用の比較例を示す図である。

〔図28〕HMMD（隠れマルコフモデル記述子）の色空間量子化の1例を示す図である。

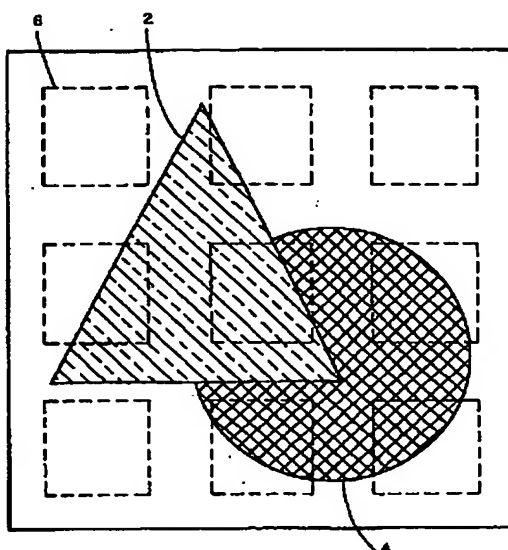
〔図29〕異なるスケールの特徴を有する2つの画像を示す図である。

〔符号の説明〕

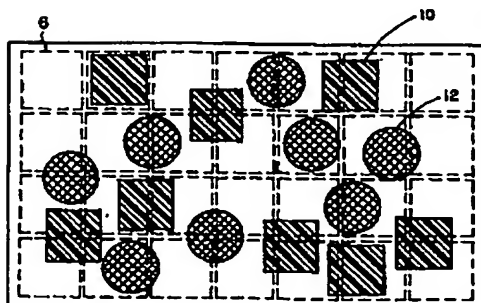
2…第1色の三角形特徴、4…第2色の円形特徴、6…テスト領域、10、20…正方形特徴、12、22…円形特徴。

\*10

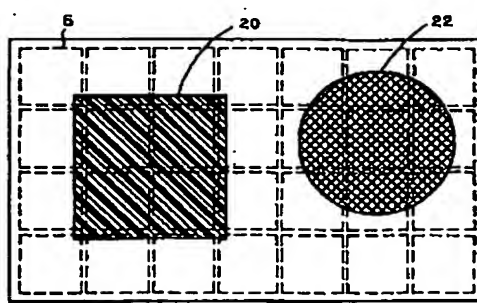
〔図2〕



〔図3〕



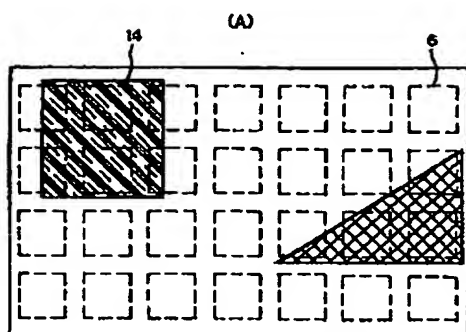
〔図4〕



(21)

特開2002-170116

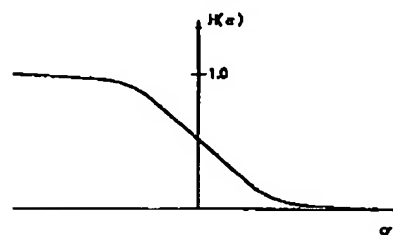
【図5】



【図6】

|            | S=X1 | S=X2 | S=X3 |
|------------|------|------|------|
| $\mu_0$    | 0    | 0    | 0    |
| $\mu_1$    | 2    | 0    | 2    |
| $\mu_2$    | 1    | 4    | 2    |
| $\mu_3$    | 5    | 3    | 0    |
| $\mu_4$    | 5    | 0    | 0    |
| $\mu_5$    | 6    | 2    | 1    |
| $\mu_6$    | 3    | 0    | 0    |
| $\mu_7$    | 2    | 3    | 2    |
| $\mu_8$    | 0    | 1    | 0    |
| $\mu_9$    | 1    | 0    | 1    |
| $\mu_{10}$ | 0    | 0    | 0    |

【図8】



【図9】

【図7】

|            | 0%  | 4%   | 12% | 28% | 62%  |
|------------|-----|------|-----|-----|------|
|            | 4%  | 12%  | 28% | 62% | 100% |
| $\mu_0$    | 0.3 | 0.1  | 0.6 | 1.8 | 3.0  |
| $\mu_1$    | 1.5 | 0.3  | 0.7 | 0.9 | 0.0  |
| $\mu_2$    | 1.9 | 4.3  | 0.0 | 3.1 | 2.1  |
| $\mu_3$    | 0.0 | 0.0  | 3.9 | 2.1 | 1.7  |
| $\mu_4$    | 4.5 | 2.2  | 0.3 | 0.0 | 4.0  |
| $\mu_5$    | 0.0 | 0.1  | 0.0 | 0.0 | 0.0  |
| $\mu_6$    | 9.1 | 0.0  | 5.3 | 0.0 | 4.3  |
| $\mu_7$    | 0.0 | 10.2 | 9.3 | 6.7 | 5.1  |
| $\mu_8$    | 0.0 | 4.7  | 0.0 | 0.0 | 1.2  |
| $\mu_9$    | 0.0 | 0.0  | 0.3 | 0.1 | 0.0  |
| $\mu_{10}$ | 2.2 | 3.2  | 1.7 | 0.0 | 5.2  |

【図21】

| 意味      | 色空間タイプ   |
|---------|----------|
| RGB     | 000      |
| YCbCr   | 001      |
| HSV     | 010      |
| HMMO    | 011      |
| 線形マトリクス | 100      |
| モノクロ    | 101      |
| 予備      | 110-1111 |

|            | 0%  | 4%   | 12% | 28% | 62%  |
|------------|-----|------|-----|-----|------|
|            | 4%  | 12%  | 28% | 62% | 100% |
| $\mu_0$    | 0.3 | 0.1  | 0.6 | 1.8 | 3.0  |
| $\mu_1$    | 1.5 | 0.3  | 0.7 | 0.9 | 0.0  |
| $\mu_2$    | 1.9 | 4.3  | 0.0 | 3.1 | 2.1  |
| $\mu_3$    | 0.0 | 0.0  | 3.9 | 2.1 | 1.7  |
| $\mu_4$    | 4.5 | 2.2  | 0.3 | 0.0 | 4.0  |
| $\mu_5$    | 0.0 | 0.1  | 0.0 | 0.0 | 0.0  |
| $\mu_6$    | 9.1 | 0.0  | 5.3 | 0.0 | 4.3  |
| $\mu_7$    | 0.0 | 10.2 | 9.3 | 6.7 | 5.1  |
| $\mu_8$    | 0.0 | 4.7  | 0.0 | 0.0 | 1.2  |
| $\mu_9$    | 0.0 | 0.0  | 0.3 | 0.1 | 0.0  |
| $\mu_{10}$ | 2.2 | 3.2  | 1.7 | 0.0 | 5.2  |

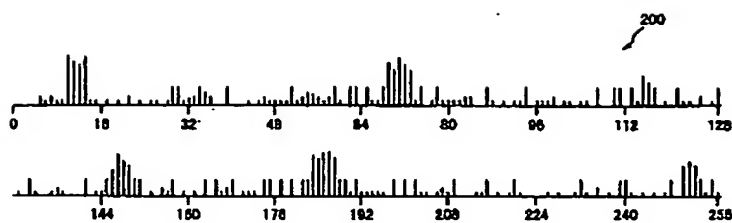
【図18】

| 色量子化    | 値域        |
|---------|-----------|
| 000     | 停止        |
| 001     | 32(HMMO)  |
| 010     | 64(HMMO)  |
| 011     | 128(HMMO) |
| 100     | 256(HMMO) |
| 101-111 | 予備        |

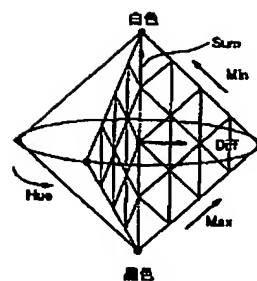
(22)

特開2002-170116

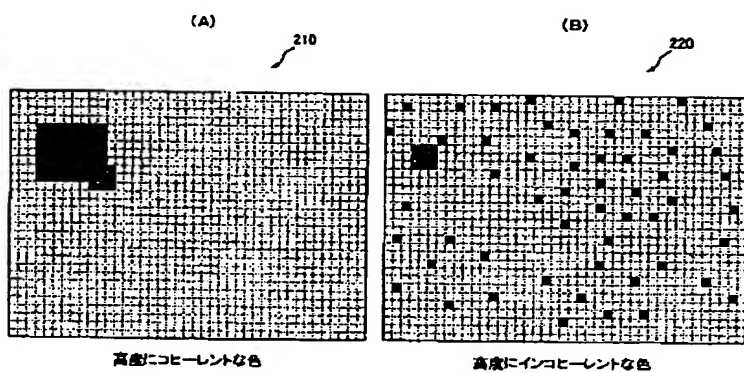
【図10】



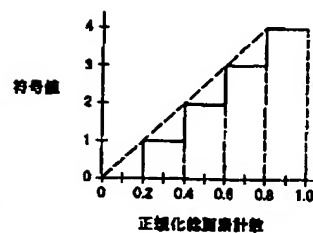
【図19】



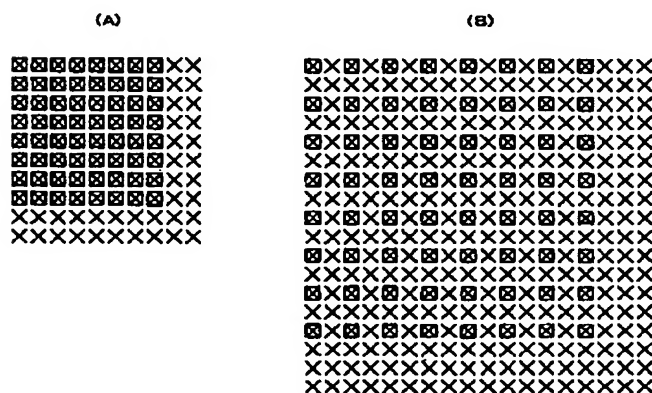
【図11】



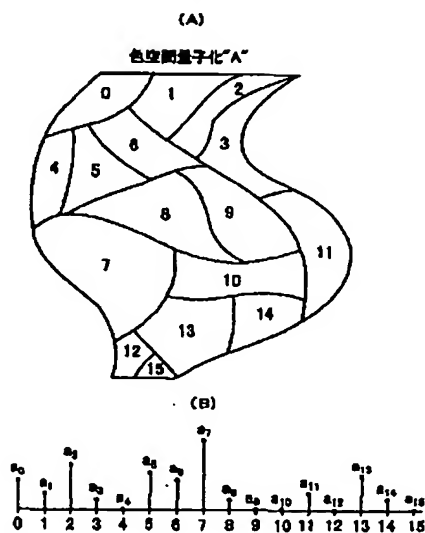
【図24】



【図12】



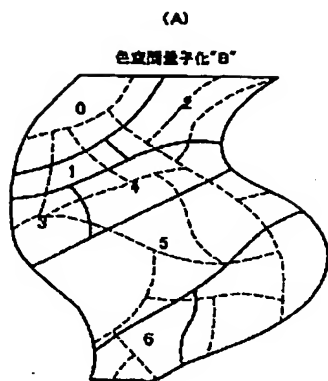
【図13】



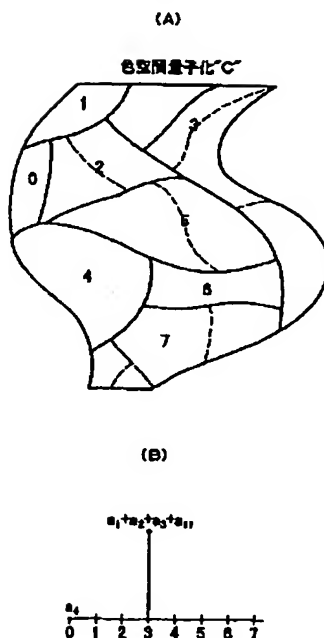
(23)

特開2002-170116

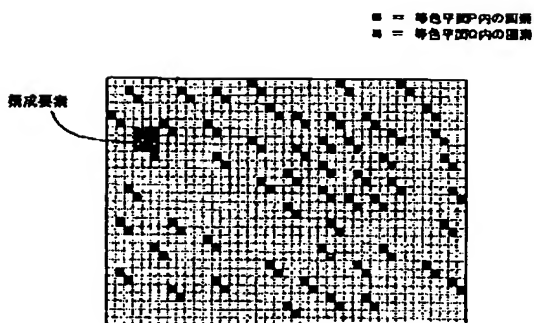
【図14】



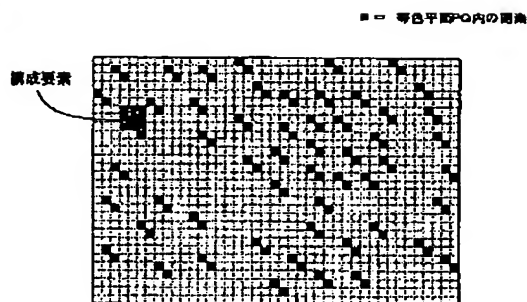
【図15】



【図16】



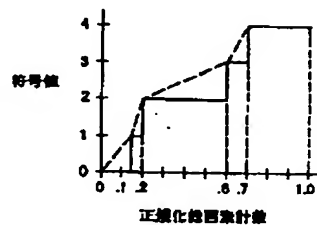
【図17】



【図20】

| 色空間タイプ  | 成分要素1 | 成分要素2 | 成分要素3 | 成分要素4 | 成分要素5 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| RGB     | R     | G     | B     | N/A   | N/A   |
| YCbCr   | Y     | Cb    | Cr    | N/A   | N/A   |
| HSV     | H     | S     | V     | N/A   | N/A   |
| HMMO    | Hue   | Max   | Min   | DIF   | SUM   |
| 幾何マトリクス | O1    | C2    | C3    | N/A   | N/A   |
| モノクロ    | Y     | N/A   | N/A   | N/A   | N/A   |

【図25】

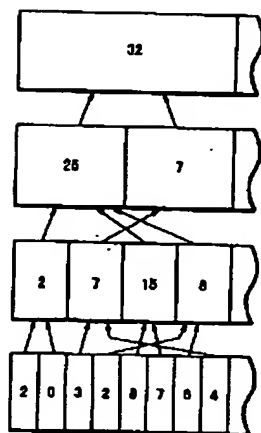




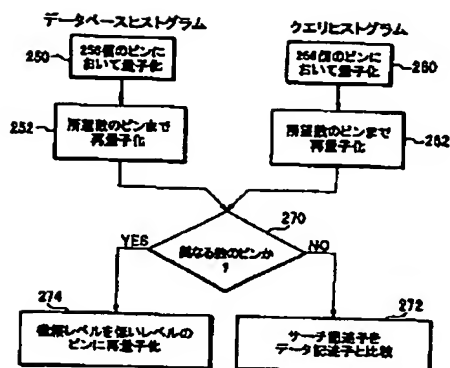
(24)

特開2002-170116

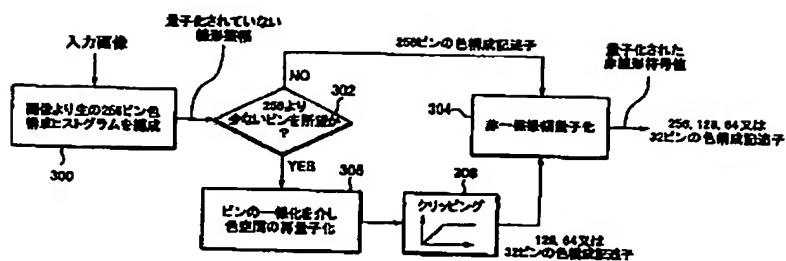
【図22】



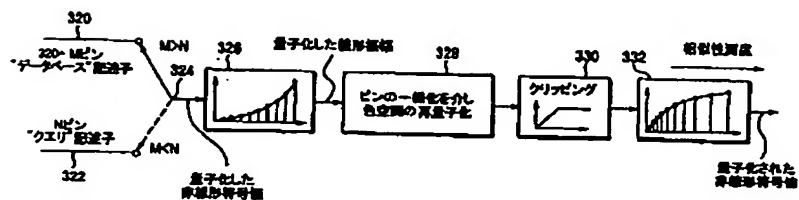
【図23】



【図26】



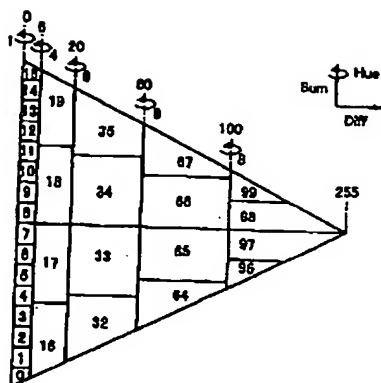
【図27】



(25)

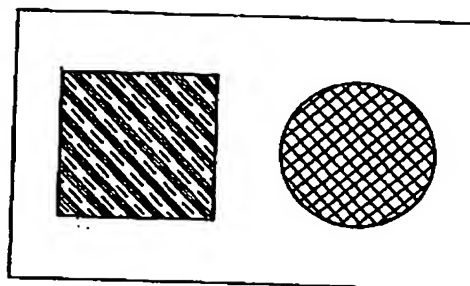
特開2002-170116

【図28】

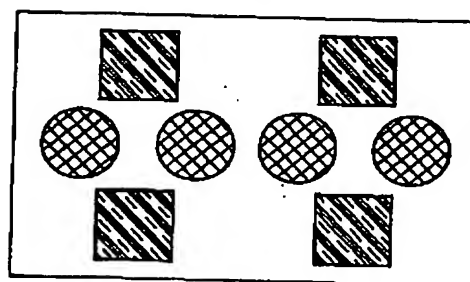


【図29】

(A)



(B)




---

 フロントページの続き

(72)発明者 ジェームズ エリコ  
 アメリカ合衆国、97229 オレゴン州、ポ  
 ートランド、9130 エヌダブリュ ウッド  
 ローズ ループ

Fターム(参考) 5L096 AA02 AA06 DA02 GA19 GA40  
 GA41 JA18

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**